Title - KITABUT TABEAYAAT.

Creator - Mohd. Naseer Ahmad Usmani.

Publisher - Intizamia Press (Hyderabad).

Date - 1934 - 1938

Pages - 336 + 8.

Subjects - Tabeeayaat; Science - Tabeeayaat.

کتاب الطبیعیات

جلد سوم

کتاب النور

محمد نصیر احمد عثمانی نیوتنوی

کتاب الطبیعیات

جلد سوم

کتاب النور

برائے

انٹرمیڈیٹ

از

محمد نصیر احمد عثمانی نیوتنوی، ایم اے، بی ایس سی (علیگ)

معلم طبیعیات

کلیۂ جامعہ عثمانیہ حیدرآباد دکن

حسب فرمائش

غلام دستگیر صاحب تاجر کتب، چارکمان (عابد روڈ) حیدرآباد دکن

مطبوعہ شمس المطابع مشین پریس نظام شاہی روڈ حیدرآباد دکن

(تعداد ۵۰۰)

بار اول قیمت ۳ر

۱۳۴۳ف م ۱۹۳۴ء

دیباچہ

اس سلسلہ کی تالیف اس غرض سے کی گئی ہے کہ جامعہ عثمانیہ کی جماعت ہائے انٹرمیڈیٹ کے متعلموں کی ایک شدید ضرورت رفع ہوسکے جس کو وہ عرصہ سے محسوس کر رہے تھے ۔ ان کتابوں میں جو کچھ بیان کیا گیا ہے اس کی بنیاد ان درسوں پر ہے جو راقم الحروف نے انٹرمیڈیٹ کی جماعتوں کو دئے ہیں ۔ ان کو کتابی صورت میں لانے کے لئے متعدد انگریزی اور بعض جرمن کتابوں سے مدد لی گئی ہے ۔

اس سلسلہ کی تمام کتابوں کی تالیف میں ایک ہی اصول سے کام لیا گیا ہے یعنی موضوع کے انتخاب میں خیال اس بات کا رکھا گیا ہے کہ طبیعیات میں انٹرمیڈیٹ کا نصاب ایسا ہونا چاہئے، جو ابتدائی طبیعیات اور اعلیٰ نظری طبیعیات کے درمیان ایک رابطہ ہو۔ یعنی ایسے نصاب کو میٹرک اور بی ۔ اے کے نصابوں کے درمیان حقیقی طور پر "انٹرمیڈیٹ" ہونا چاہئے ۔ بنا برین ایسے نصاب کے لئے ضروری ہے کہ وہ بجائے خود مکمل ہو لہذا ہر مضمون کا آغاز ابتدائی مظاہر سے کیا گیا ہے اور بتدریج دیگر مسائل اضافہ کئے گئے ہیں ۔ اس طرح مسائل و واقعات کے جمع کر دینے سے غرض یہ ہے کہ نظریہ کے سمجھنے میں سہولت ہو۔

اس نقطہ نظر سے دیکھا جائے تو ایسا نصاب بہت وسیع ہو جاتا ہے چنانچہ اس کے حدود کا تعین آسان نہیں رہتا باایں ہمہ جامعہ عثمانیہ کے نصاب انٹرمیڈیٹ سے مطابقت کی کوشش کی گئی ہے ۔ ممکن ہے کہ جو مضامین ان کتابوں میں یکجا کئے گئے ہیں وہ اتنے زیادہ معلوم ہوں کہ مدت معینہ میں ان پر عبور حاصل نہ کیا جا سکے ۔ لیکن اگر تامل سے کام لیا جائے تو یہ صورت پیدا نہ ہوگی ۔

مضامین کی ترتیب میں اصول یہ رکھا گیا ہے کہ اولاً مبادیات بیان کئے گئے ہیں اور ان کے بعد متعلقہ مسائل تفصیل کے ساتھ دئے گئے ہیں ۔ پھر خفی قلم میں وہ جملہ اطلاقات بیان کر دئے گئے ہیں جن کا ان مسائل سے تعلق ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ان کتابوں میں بعض وہ مضامین بھی ملیں گے جو عام طور پر ایسی کتابوں میں بیان نہیں کئے جاتے ۔ اس تمام بسط سے غرض یہ ہے کہ متعلمین میں طبیعی تصورات قائم کرنے کی عادت پڑے تاکہ وہ محض "زبانی علم" پر اکتفا نہ کریں ۔ ساتھ ہی اس کے ان کو یہ بھی معلوم ہو جائے کہ طبیعیات کے اصولوں کا اطلاق روزمرہ کی زندگی میں کیونکر ہوتا ہے ۔ اس سے ان کو طبیعی کلیات کی ہمہ گیری کا علم ہو سکے گا ۔ اور وہ اپنے تجربات اور مشاہدات پر ان کا اطلاق کر سکیں گے ۔ اس کے لئے ضروری نہیں کہ جتنے اطلاقات وغیرہ بیان کئے گئے ہیں ان سب کا بیان درسوں میں بھی آ جائے ۔ وہ خود اپنی جگہ اس قدر دلچسپ ہیں کہ طالب علم بغیر امداد کے بھی ان کا مطالعہ کر سکتے ہیں ۔ اسی لئے یہ توقع کی جاتی ہے کہ جن لوگوں کو ان کتابوں کا مطالعہ از خود کرنا پڑے وہ بھی کماحقہ استفادہ کر سکیں گے ۔ چنانچہ ہر کتاب میں شکلیں بکثرت دی گئی ہیں ۔

اور آخیر میں اردو کے حروف تہجی کی ترتیب میں ایک فرہنگ اصطلاحات بھی دیگئی ہے تاکہ انگریزی خواں متعلم بھی مستفید ہوسکیں۔
طبیعیات میں فکر صحیح میں سہولت اس سے بھی پیدا ہوتی ہے کہ اصولوں کا اطلاق عددی سوالوں پر کیا جاتے؛ چنانچہ ہر باب کے آخیر میں مشق کے طور پر متعدد سوالات درج کیئے گئے ہیں اور ان میں سے چند کو حل بھی کردیا گیا ہے تاکہ اصولوں کی توضیح پورے طور پر ہوسکے۔ اس سے امید ہے کہ غلط اور بے قاعدہ خیالات پیدا نہ ہونے پائیں گے۔

پچھلے چند برسوں میں طبیعیات میں اس قدر عظیم الشان ترقیاں ہوئی ہیں اور مادّے وغیرہ کی نوعیت کے متعلق ہمارے خیالات میں اس قدر تغیّر واقع ہوا ہے کہ طبیعیات کے ہر مبتدی کے لئے گویا لازمی ہوگیا ہے کہ وہ ان کارناموں سے تھوڑی بہت واقفیت ضرور حاصل کرے۔ لہذا ایسے انکشافات کا ذکر اپنی اپنی جگہ تھوڑا بہت کردیا گیا ہے۔

اس سلسلہ کو کتاب الطبیعیات کے نام سے شائع کیا جارہا ہے۔ یہ سلسلہ چار جلدوں پر مشتمل ہے۔ موجودہ کتاب اس سلسلہ کی تیسری جلد ہے جو "کتاب النور" کے نام سے پیش نظر ہے۔ اس کے بعد چوتھی جلد "کتاب المقناطیس والبرق" کے نام سے شائع ہوگی۔ بقیہ دو جلدیں اسکے بعد شائع ہونگی۔ تیسری اور چوتھی جلدیں سال دوم کیلئے ہیں اور پہلی اور دوسری سال اوّل کیلئے۔ لیکن اس ترتیب کی پابندی کوئی ضروری امر نہیں۔

"کتاب النور" دراصل ہندسی مناظر کی ابتدائی کتاب ہے لیکن مناسب نہ معلوم ہوا کہ کتاب کو نور کے نظریوں کے ذکر سے خالی رکھا جائے۔ اسلئے اخیر میں ایک باب میں ان نظریوں کو مختصراً بیان کردیا گیا ہے تاکہ نظریوں کے مبادیات سے آگہی ہوجائے۔

اس کتاب کے آٹھویں باب میں مناظری پیمائشوں کے سلسلہ میں تحتت مناظر کا ذکر کیا گیا ہے۔ عام طور پر کتابوں میں صرف افقی تحتت مناظر کا بیان ملتا ہے۔ اسلئے انتصابی تحتت مناظر کا بیان شامل کردیا گیا ہے۔ اور چونکہ یہ تفصیل طلب تھا اسلئے اسکو آٹھویں باب میں بیان کرنیکی بجائے ضمیمہ میں پوری تفصیل کے ساتھ درج کیا گیا ہے تاکہ وہ تشنہ نہ رہنے پائے۔ یہ آلہ کلیہ جامعہ عثمانیہ کے صدر محترم عالیجناب محمد عبدالرحمن خان صاحب نصابی ایس سی (لنڈن) اے، آر، سی، ایس، ایف، آر، ای، ایس کا ایجاد کردہ ہے۔ صاحب موصوف کیطرف سے اسپر ایک مضمون ایک رسالہ کی صورت میں شائع ہوچکا ہے۔ ضمیمہ اسی کا ترجمہ ہے۔ لہذا صاحب موصوف کا شکریہ ادا کرنا مجھپر واجب ہے کہ انہوں نے ازراہ عنایت رسالہ کا ترجمہ کرنے اور اسکی شائع کرنیکی اجازت مرحمت فرمائی۔ مجھے یہاں پروفیسر وحید الرحمن صاحب صدر شعبہ طبیعیات کلیہ جامعہ عثمانیہ کا بھی شکریہ ادا کرنا ہے کہ موصوف ہی کی ایما اور ہمت افزائی سے یہ کتابیں منصہ شہود پر آئیں اور اپنے دوست شیخ سمیع اللہ صاحب معلم کلیۃ المعلمین کا بھی شکریہ ادا کرنا ہے کہ انکی سعی و کاوش سے شکلیں اتنی عمدہ تیار ہوسکیں۔
کتاب کی طباعت بہت عجلت میں ہوئی ہے اسلئے طباعت کی کچھ غلطیاں رہگئی ہیں جسکا سبب یہ ہے کہ ایسی فنی کتابیں کاتبوں کیلئے بالکل نئی ہوتی ہیں تاہم توقع یہی ہے کہ غلطیاں کم سے کم ہونگی۔ اسپر بھی جو غلطیاں رہگئی ہوں انکی طرف جو احباب بھی توجہ دلائیں گے انکا شکریہ پیشتر از پیش ادا کیا جاتا ہے اسیطرح جو احباب کتاب کی اصلاح کی جانب توجہ فرمائیں گے انکے مشورے بھی شکریہ کے ساتھ قبول کئے جائیں گے۔
اخیر میں توقع ہے کہ کتاب معلم اور متعلم دونوں کے لئے مفید ثابت ہوگی۔ فقط

محمد نصیر احمد عثمانی

شعبۂ طبیعیات کلیہ جامعہ عثمانیہ
حیدرآباد دکن
المرقوم ۲۵ رتیر ۱۳۴۳ف
م ۳۰ رمئی ۱۹۳۴ء

فہرست مضامین

غلط نامہ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱	۲	لامہ	لامسہ
۶	۱۸	شکل ؟	شکل ع۳
۱۰	۵ تا ۸	پردہ ...... ہوگا	×
۱۸	۲۴	بَ جَ	بَ جَ
۱۹	۱	رقبہ بَ جَ	رقبہ بَ جَ
"	۲	ب ح	ب ج
"	"	بَ خَ	بَ جَ
"	۳	= . تہ	= جم تہ
"	۴	اس سطر میں ح کی بجائے ج پڑھا جائے۔	
"	۵	جم تہ	حجم تہ
۳۹	۱۵	شکل ع۲۲	شکل ع۱۸
"	۱۷	شکل ع	شکل ع۱۹
۴۲	۲۱	شکل ع	شکل ع۲۱
۴۵	۱	شکل ع	شکل ع۲۳
۵۳	۷	شکل ع۲۱	شکل ع۳۱
۵۸	۱۰	شکل ع	شکل ع۳۲
۵۹	۹	اگر بہت ترچھی	اگر شعاعیں بہت ترچھی
۶۳	۶	شکل ع	شکل ع۲۷
۷۴	۷	مقدار میں	مقداریں
۷۸	۱۱،۳،۷،۹	لا متناہی	لا تناہی
۸۷	۱۰	شکل ع۴۷	شکل ع۴۸
۱۱۱	۱۱	ن م	ن م

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۱۱	۱۲	م ن	م ن
"	۱۳	خ	×
"	۲۴،۲۷(۲)	خ	ق
۱۱۹	۹	شکل ع	شکل ع۶۹
"	"	شکل ع۷۷	شکل ع۶۹
"	۱۱	شکل ع۷۷	شکل ع۶۹
۱۲۱	۹	ع	ع۷۱
۱۲۲	۱۹	ادھر	اوپر
۱۲۶	۱۶	اپنی جگہ کرو	اپنی جگہ نصب کرو
۱۲۷	۸	آتا ہی۔	آتا ہی۔ (شکل ع۹۱)
۱۴۴	۶	ص	ص۶۶
۱۵۰	۱۵	اس کو ہم م	اس کو ہم ۴
۱۷۰	۱۱	شکل ع	شکل ع۱۱۵
۱۷۹	۱۶	کردیتا ہی	کردیتی ہی
۲۰۷	۲	نسبت تما	نسب نما
۲۵۶	۱۰	شکل ع	شکل ع۱۷۱
۲۶۷	۱۲	تپش بیا	تپش پیما
۲۸۸	۴	نمکوں کا	نمکوں کے
"	۲۳	اموینر	ایمونیم

بسم اللہ الرحمن الرحیم

کتاب النور

پہلا باب

تمہید

نور بیرونی یا خارجی دُنیا کا علم ہم کو زیادہ تر اپنے دماغی ادراک اور حسّی ارتسامات کے مقابلہ سے ہوتا ہے۔ سب سے زیادہ قابلِ اعتبار ارتسامات ہم کو حسِ لامسہ سے حاصل ہوتے ہیں، کیونکہ ہمارے جسم کے مختلف حصّے خارجی اشیا کو فی الحقیقت مس کرتے ہیں۔ اس کے بعد حسِ بصارت سے جو ارتسامات ہم کو حاصل ہوتے ہیں وہ اگرچہ کچھ کم اہم نہیں ہیں، تاہم اُن میں فریب کو بہت کچھ دخل ہے۔ اس صورت میں رائی اور مرئی میں بظاہر کوئی ارتباط نہیں معلوم ہوتا۔ اگر ہم اپنی آنکھوں کو بند کرلیں تو ہمیں کوئی شے دکھلائی نہیں دیتی اس سے معلوم ہوا کہ آنکھ ہی آلۂ بصارت ہے۔

لیکن سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ دُور کی کوئی شے آنکھ کو کس طرح متاثر کرتی ہے جو ہم کو بصری احساس حاصل ہوتا ہے؟ ابتدائے تاریخ سے یہ سوال انسانی مفکرین کے پیش نظر رہا ہے۔ اس کا اطمینان بخش جواب صرف پچھلی صدی ہی میں دیا جا سکا۔ لیکن پھر بھی کچھ توجیہ طلب امور رہ گئے ہیں۔ لیکن ابتدا ہی سے اس کی ضرورت محسوس ہوئی ہے کہ کوئی ایسا فاعل قرار دیا جائے جس کی بدولت مرئی شے دیکھنے

والی آنکھ کو متاثر کر سکے۔ اسی فاعل کا نام نور ہے۔
پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ نور بصارت کے احساس کا خارجی طبعی سبب ہے۔
واضح رہے کہ ہم براہ راست نور کے وجود کا مشاہدہ نہیں کرتے، بلکہ اس کو نتیجے کے طور پر اخذ کرتے ہیں۔ تاکہ بصری ارتسامات کی توجیہ کر سکیں۔ اس بناء پر یہ کہنا صحیح نہیں ہے کہ ہم اشیا کو نہیں دیکھتے بلکہ اس روشنی کو دیکھتے ہیں جو اشیا سے آنکھ تک آتی ہے۔
یہاں یہ امر بھی ملحوظ رہے کہ نور کو دو معنوں میں استعمال کیا جاتا ہے۔ ایک تو خارجی طبعی سبب کے لئے، دوسرے خود اس احساس کے لئے جو اس سبب سے پیدا ہوتا ہے۔

نور کی نوعیت

ایک گرم جسم چاروں طرف بہ صورت حرارت توانائی کا اشعاع کرتا ہے۔ ان اشعاعات کے طول موج مختلف ہوتے ہیں۔ جن اشعاعات سے حرارتی اثرات پیدا ہوں اُن کو حرارتی موجیں کہتے ہیں اور جو اشعاع عصبیہ بصری کو متاثر کریں اُن کو نوری موجیں کہتے ہیں۔ یہ دونوں قسم کی موجیں بعینہ ایک ہیں۔ ان میں صرف طول موج کا فرق ہے نوری موجوں کے مقابلے میں حرارتی موجوں کا طول زیادہ ہوتا ہے۔ لیکن ہر دو قسم کی موجیں انعکاس، انعطاف، تداخل وغیرہ کے ایک ہی کلیات کے تابع ہیں۔
نور کا موجودہ نظریہ یہ ہے کہ وہ اثیر نامی ایک فرضی واسطے میں موجی حرکت ہے۔ اس نظریہ سے نور کے بہت سے مظاہر کی توجیہ ہو جاتی ہے۔ اس لئے عام طور پر اسی کو تسلیم کیا جاتا ہے۔
برقی بلبوں میں چونکہ خلا رہتا ہے اور اس پر بھی تاباں تار کی روشنی ہم تک آتی ہے اس لئے معلوم ہوا کہ نور کی اشاعت کے لئے کسی مادی واسطے کی ضرورت نہیں۔
نور کی موجیں عرضی ہوتی ہیں جیسا کہ تقطیب وغیرہ کے مظاہر سے بخوبی واضح ہوتا ہے۔

نور کا موضوع

علم نور کو علم مناظر بھی کہتے ہیں۔ ہم آگے چل کر دیکھیں گے کہ کسی متجانس ہم اطراف واسطے میں نور کی اشاعت خط مستقیم میں ہوتی ہے۔
اس کلیہ کے ساتھ اگر کلیات انعکاس اور انعطاف کو ملا لیا جائے تو محض ریاضی یا ہندسی اصولوں سے متعدد دلچسپ نتائج حاصل ہو سکتے ہیں جن کا تعلق براہ راست مناظری مظاہر سے ہے۔
اس حیثیت سے اگر نور کا مطالعہ کیا جائے تو اس کو ہندسی مناظر کہتے ہیں۔ ہندسی مناظر میں نور کی نوعیت یا اس کے سبب سے کوئی بحث نہیں کی جاتی۔ ان امور کا تعلق ایک دوسری شاخ سے ہے جس کو طبعی مناظر کہتے ہیں۔

اس کتاب میں ہم اپنی بحث کو ہندسی مناظر ہی تک محدود رکھیں گے۔ طبعی مناظر کا صرف سرسری تذکرہ کیا جائے گا۔

اصطلاحات نور کے بیان میں جو اصطلاحات عام طور پر مستعمل ہیں وہ درج ذیل ہیں۔
مبدء نور کی حیثیت سے جسموں کی دو قسمیں ہیں منور بالذات اور منور بالغیر۔

منور بالذات وہ جسم ہے جو خود اپنی روشنی پیدا کرتا ہو۔ جیسے سورج، شعلہ وغیرہ۔
منور بالغیر وہ جسم ہے جس کی اپنی ذاتی روشنی نہ ہو۔ جیسے چاند، اور دیگر اشیاء جو روشنی کو صرف منعکس کر کے منور ہوتی ہیں۔

جس شئے میں سے روشنی گزر سکے اس کو **واسطہ** کہتے ہیں۔
واسطے کی تین قسمیں ہوتی ہیں **شفاف**، **نیم شفاف**، **غیر شفاف**۔

شفاف واسطے سے مراد وہ واسطہ ہے جس میں سے کم و بیش پوری روشنی گزر جائے۔ سوائے اثیر کے ایسا کوئی واسطہ نہیں جو ساری روشنی کو اپنے میں سے گزرنے دے۔ واسطے میں روشنی کا ایک حصہ ضرور منعکس یا جذب ہو جاتا ہے۔ اس لئے جو حصہ واسطے سے نکلتا ہے وہ نسبتاً کم روشن ہوتا ہے۔ اس بناء پر ہم کہہ سکتے ہیں کہ شفاف واسطہ وہ ہے جس میں سے روشنی کا ایک بڑا حصہ گزر جائے مثلاً پانی، شیشہ، ہوا وغیرہ۔

نیم شفاف واسطے سے مراد وہ واسطہ ہے جس میں سے روشنی ایک حد تک گزر سکے لیکن اس میں سے اشیاء واضح طور پر نظر نہ آئیں۔ مثلاً موم، چینی وغیرہ۔

غیر شفاف واسطے سے مراد وہ واسطہ ہے جس میں روشنی بالکل نہ گزر سکے۔ مثلاً لکڑی، لوہا کا جھل وغیرہ۔

جو اجسام اپنی معمولی حالت میں بالکل غیر شفاف ہوتے ہیں، اُن کے اگر پتلے پتلے ورق لئے جائیں تو وہ روشنی کی بڑی مقدار گزار دیتی ہیں۔

مثلاً سونے کے ورق کو دو شیشوں میں دبا کر روشنی کے راستے میں رکھا جائے تو وہ نیم شفاف نظر آئیگا اسی طرح کاغذ کے پتلے ورق بھی نیم شفاف ہوتے ہیں۔ ہمارا گوشت بھی نیم شفاف ہوتا ہے اور اس میں سے ہڈیاں دیکھی جا سکتی ہیں۔

برخلاف اس کے پانی معمولی حالت میں شفاف ہوتا ہے لیکن وہ اس قدر روشنی جذب کر لیتا ہے کہ سمندر کی تہہ بالکل تاریکی میں ہوتی ہے۔

اس بنا پر شفافیت اور غیر شفافیت میں فرق صرف درجہ کا ہوا نہ کہ نوعیت کا۔ اسی لئے ہم نے جسموں میں یہ صفتیں مانی ہیں نہ کہ اشیا میں۔

ساخت وغیرہ کے اعتبار سے واسطے کی دو قسمیں ہیں، متجانس یا یکذات اور غیر متجانس۔

متجانس واسطے سے مراد وہ واسطہ ہے جو اپنی ترکیب، ساخت، اور خواص کے اعتبار سے ہر مقام پر ایک سا ہی ہو۔

غیر متجانس واسطے سے وہ واسطہ مراد ہے جو ہر مقام پر یکساں نہ ہو۔

ہم اطراف واسطے سے مراد وہ واسطہ ہے جس کی خاصیت ہر سمت میں ایک ہی ہو۔

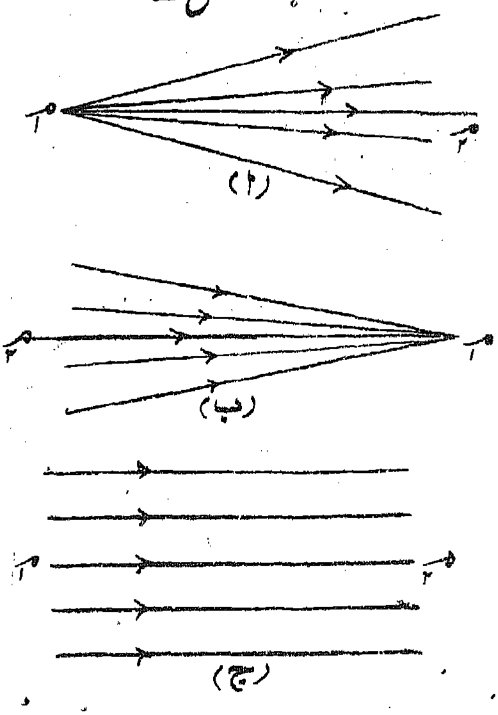
ناہم اطراف واسطے سے مراد وہ واسطہ ہے جس کی خاصیتیں ہر سمت میں مختلف ہوں۔

خط نور سے مراد وہ فرضی ہندسی خط ہے جس میں نور کی اشاعت ہو۔ یہ خط موجی ناصیوں کے علی القوائم ہوتا ہے۔

شعاع نور سے مراد خطوط کا ایک مجموعہ ہے۔

یہ مجموعہ متسع، مستدق یا متوازی ہو سکتا ہے یعنی خطوط شعاع ایک نقطہ سے متسع یا اس پر مستدق یا پھر ایک دوسرے کے متوازی ہو سکتے ہیں جیسا کہ شکل ۱ ا، ب، ج، میں دکھلایا گیا ہے۔

شکل ۱



مستدق یا متسع شعاع کی شکل ایک مخروط کی سی ہوتی ہے، جس کا زاویہ چھوٹا لیکن محدود ہوتا ہے۔ اور متوازی شعاع کی شکل چھوٹی تراش عمودی کے اسطوانے کی سی ہوتی ہے۔

شعاع کا محور وہ مرکزی خط ہوتا ہے جو شعاع کی شکل کے ہندسی محور پر واقع ہو۔

شعاع کا ماسکہ وہ نقطہ ہوتا

ہے جس پر شعاعیں مستدق ہوں یا جس سے وہ متسع ہوں۔ چنانچہ اوپر شکل میں م۱ م۲ محور ہے اور م ماسکہ۔ متوازی شعاعوں کا ماسکہ لا انتہائی پر ہوتا ہے۔

پنسل سے مراد نلی شعاع ہے۔ شعاعوں کی طرح پنسلیں بھی متسع مستدق یا متوازی ہوتی ہیں۔

واضح رہے کہ جہاں التباس نہ ہو وہاں شعاع کو خط شعاع کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔

دوسرا باب

نور کی اشاعت مستقیم

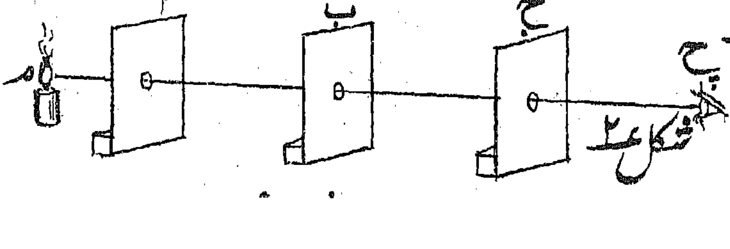
نور کا مستقیم راستہ

اگر ایک چھوٹی سی چیز آنکھ اور کسی چھوٹے سے منبع نور کے درمیان رکھ دی جائے تو وہ منبع نظر سے اوجھل ہو جاتا ہے۔ وہ چھوٹی سی چیز اس روشنی کو منقطع کر دیتی ہے جو اس کی موجودگی میں آنکھ تک پہنچتی۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ روشنی کسی چیز کے گرد مڑتی نہیں۔ بالفاظ دیگر روشنی خطوط مستقیم میں چلتی ہے۔

مناظر کا یہ ایک بنیادی کلیہ ہے جس کے بغیر علم مناظر کا مطالعہ ہو ہی نہیں سکتا۔ اگر ایسا نہ ہو تو فی الحقیقت ہم کو کوئی چیز دکھلائی نہ دے گی۔ ہم صرف روشنی یا تاریکی کا احساس کرتے۔ کسی شے کی کوئی معین شکل ہماری نظروں کے سامنے نہ آتی۔ اس لحاظ سے بصارت سماعت کے مشابہ ہوتی۔

ذیل کے تجربے سے ہم نور کی اشاعت مستقیم کی توجیہ بآسانی کر سکتے ہیں۔

تجربہ :-



شکل ۲

کوئی منبعِ نور مثلاً ایک بتی مر متقوے کے ایک پردے ا کے پیچھے رکھو (شکل ۲) ۔ اس پردے میں ایک چھوٹا سا سوراخ ہونا چاہیئے۔ ا کے سامنے دوسرے پردے ب اور ج اس طرح رکھو کہ ج پر آنکھ مر کو دیکھ سکے۔ تو خط مر ج مستقیم ہوگا۔

اگر پردوں میں سے ایک بھی اپنی جگہ سے ہٹ جائے گا تو سوراخ ایک خط مستقیم پر نہ رہیں گے اور اس لئے ج پر مر نظر نہ آئے گا۔

فی الحقیقت سوراخوں کے ایک ہی خط پر واقع ہونے کی بہترین دلیل یہی ہے کہ ج پر مر نظر آئے۔

نور کی اشاعت مستقیم اسی وقت تک رہتی ہے جب تک کہ نور کا راستہ ایک ہی متجانس واسطے میں ہو۔ لیکن جب نور ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں گزرتا ہے تو وہ بالعموم اپنے مستقیم راستے سے منحرف ہو جاتا ہے۔ البتہ اگر دوسرا واسطہ متجانس ہو تو پھر اس میں بھی نور کا راستہ مستقیم رہے گا۔ اس سے معلوم ہوا کہ ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں گزرتے پر نور میں انحراف ہر دو واسطوں کی سطح فارق پر واقع ہوتا ہے۔ واسطہ اگر متجانس نہ ہو تو راستے میں انحراف تدریجی واقع ہوتا ہے، بشرطیکہ راستے میں واسطے کی خاصیتوں میں بھی تبدیلی تدریجی ہو۔ اس انحراف کی مقدار اور سمت کا انحصار جن حالات پر ہے ان کو ہم آیندہ کسی باب میں بیان کریں گے۔

خطِ نظر — ہماری آنکھ خط نور کی تبدیلی کی سمت کا احساس نہیں کرتی۔ ہم کو ہر شئے اس سمت میں دکھلائی دیتی ہے جو آنکھ میں داخل ہونے والی پنسل کے محور کی ہوتی ہے۔



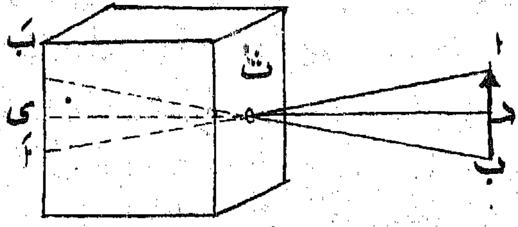
شکل ۳

چنانچہ مر سے چل کر خطوط نور حسب شکل ۳ خمیدہ ہو جائیں تو آنکھ کو مر مقام مَر پر نظر آئے گا۔ مَر کو آنکھ میں داخل ہونے والی پنسل کا مجازی ماسکہ کہتے ہیں۔ مجازی اس لئے کہ اس کے خطوط مَر سے فی الحقیقت منتشر نہیں ہوتے بلکہ صرف منتشر ہوتے معلوم ہوتے ہیں۔

ثقبالہ — فرض کرو کہ ا ب ایک منور شخص (شکل ۴) ہے جو ایک چھوٹے سے ثقب (سوراخ) ث کے سامنے رکھا ہوا ہے۔ خود ثقبہ

ایک ڈبے کے پہلو میں ہے جو اندر سے بالکل تاریک ہے۔

چونکہ ا ب کے نقطوں سے منتشر ہونے والے خطوط نور مستقیم ہیں اس لئے چھوٹے سے راسی زاویہ والا ان خطوط کا ایک مخروط ا ب کے ہر نقطہ سے ث میں سے گزرے گا۔



شکل ۷ - ثقبالہ

اگر ڈبے کے ث کے مقابل والے پہلو پر ایک سفید پردہ لگا دیا جائے تو خطوط کا ہر مخروط پردے پر ایک چھوٹے سے حصہ کو منور کردے گا۔ اور اگر ثقبہ ث بہت چھوٹا ہو تو ہر منور حصہ ایک نقطہ سا ہوگا۔ پس ا ب کے ہر نقطہ کے لئے پردے پر ایک متناظر روشن نقطہ ہوگا۔ بالفاظ دیگر پردے پر ایک منور خیال اَ بَ شخص ا ب کے متناظر بن جائے گا۔

شکل ۷ سے ظاہر ہے کہ خیال اَ بَ معکوس ہے۔ کیونکہ ث پر مخروط متقاطع ہو جاتے ہیں۔

اگر د ث = ص ، ی ث = خ

تو اَ بَ / ا ب = خ / ص

پس خ کو بڑھا کر یا ص کو کم کرکے ہم خیال اَ بَ کو جتنا چاہیں بڑھا سکتے ہیں۔ ص کے کم کرنے سے یہ ہوتا ہے کہ شخص کے کسی ایک نقطہ سے خطوط کی پنسل زیادہ منتشر ہو جاتی ہے۔ اس لئے پردہ پر ایک بڑا رقبہ منور ہو جاتا ہے۔ اس سے خیال کی وضاحت کم ہو جاتی ہے۔ بادی النظر میں ایسا معلوم ہوتا ہے کہ خ کو بڑھانے سے بھی خیال کی وضاحت کم ہو جانی چاہئے۔ لیکن واقعہ یہ ہے کہ خ کو بڑھانے سے خیال کی وضاحت ایک حد تک بڑھتی ہے اور اس کے بعد گھٹنے لگتی ہے۔

ثقبہ کی جسامت کو گھٹانے سے بھی ایک حد تک خیال کی وضاحت بڑھ جاتی ہے۔ لیکن اگر ثقبہ کو ایک مقدار سے زیادہ کم کردیا جائے جس کا انحصار ص اور خ کی قیمتوں پر ہوتا ہے، تو خیال کی وضاحت گھٹ جاتی ہے۔ اگر پہلے ثقبہ کے پاس ایک دوسرا ثقبہ بنا دیا جائے تو پردے

پر ایک دوسرا خیال بن جائے گا۔ اگر دونوں خیال ایک دوسرے پر منطبق ہو گئے تو حاصل خیال منتشر ہو جائے گا۔ بڑے ثقبہ کو ہم چھوٹے چھوٹے ثقبوں پر مشتمل سمجھ سکتے ہیں جو ایک دوسرے کے بہت قریب واقع ہوں۔ اسی لئے بڑے ثقبہ سے واضح تصویر نہیں بنتی۔

خیال کی صورت ثقبہ کی شکل کے بالعموم تابع نہیں ہوتی۔ مثلاً فرض کرو کہ ثقبہ مثلثی ہے تو اس کے مختلف حصوں سے جو خیال بنیں گے وہ ایک دوسرے پر اس طرح منطبق ہوں گے کہ وضاحت میں کوئی کمی نہ آنے پائے گی۔ اور خیال پر اس مثلثی شکل کا کوئی اثر نہ پڑے گا۔ یہ اس صورت میں ہوگا جبکہ پردہ ثقبہ سے فصل پر ہو۔ لیکن اگر پردہ ثقبہ کے بالکل قریب ہو تو ثقبہ کے مختلف حصوں سے جو خیال بنیں گے وہ بہت چھوٹے ہوں گے اور ایک دوسرے پر منطبق نہ ہوں گے۔ ایسی حالت میں پردے پر جو خیال بنے گا وہ ثقبہ کے ہم شکل یعنی مثلثی ہوگا۔

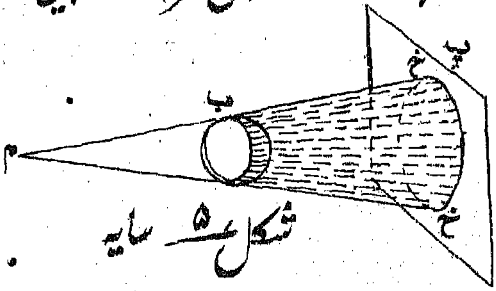
گھنے درخت پر جب سورج کی روشنی پڑتی ہے تو پتوں کے بیچ میں سے ہو کر روشنی کی شعاعیں زمین پر بیضوی شکل کے روشن داغ بنا دیتی ہیں۔ ہر روشن داغ سورج کا خیال ہوتا ہے اور اگر سورج بالکل اوپر ہوتا تو وہ داغ دائری ہوتے۔

اگر خیال آ ب عکاسی کی کسی حساس تختی پر بنے تو آشکارا کرنے کے بعد ایک مستقل خیال تختی پر حاصل ہوگا۔ عمارتوں کی عکاسی کے لئے ثقبالہ ہی زیادہ موزوں ہے کیونکہ خیال عمارت کی ہو بہو صحیح شبیہ ہوتا ہے۔ اور عدسہ سے خیال مسخ ہو جاتا ہے جب تک کہ عدسہ خاص اس غرض کے لئے نہ بنایا گیا ہو۔ ثقبالہ کی عکاسی میں خوبی یہ ہے کہ اس میں کسی "تمسیک" کی ضرورت نہیں۔ لیکن نقص یہ ہے کہ طویل "تعریہ" کی ضرورت ہوتی ہے۔

تجربہ: — ثقبالہ بنانا بہت آسان ہے۔ اس کی صورت یہ ہے کہ لکڑی یا مقوے کا ایک ڈبہ لیا جائے۔ اس کا ایک پہلو دور کر کے سن شیشہ کا ایک ٹکڑا لگا دیا جائے۔ پھر اس کے مقابل کے پہلو میں ایک سوراخ کیا جائے۔ جب یہ آلہ کسی کھڑکی یا برقی لمپ کے سامنے رکھا جائیگا تو شیشے پر کھڑکی یا لمپ کا ایک معکوس خیال نظر آئیگا۔ اگر دیکھتے وقت سیاہ کپڑا سر پر ڈال لیا جائے تو خیال روشن تر نظر آئے گا۔

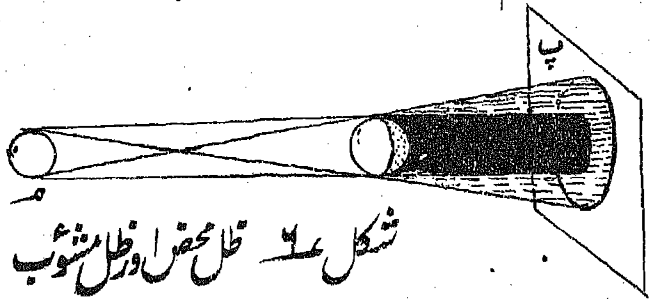
ظل یا سایہ نور کی اشاعت مستقیم کا ایک راست نتیجہ سایوں کا بننا ہے۔ اگر کوئی غیر شفاف جسم ب (شکل ۵) اس طرح رکھا جائے کہ کسی منور نقطہ م سے آنے والی روشنی کے ایک حصہ کو منقطع کر دے تو جسم کی سطح پر روشنی کا مخروط رک

جاتا ہے اور اس کے بعد کی فضا جو مخروط کے ہندسی تسلسل سے حاصل ہوتی ہے، م سے خارج ہونے والی روشنی سے محروم ہوجاتی ہے۔ اس فضا کو ظلی مخروط کہتے ہیں۔ اگر پ پر کوئی پردہ رکھا جائے تو پردے پر اس مخروط کا نشان خ خ' ب کا ظل یا سایہ کہلاتا ہے۔



شکل ۵ سایہ

فرض کرو کہ مبدء نور بجائے ایک نقطہ کے کوئی منور کرہ ہو (شکل ۶) ایسی صورت میں سایہ دو حصوں میں منقسم ہوجاتا ہے سب سے پہلے وہ حصہ ہے جو ظل تام یا ظل محض کہلاتا ہے۔ شکل میں یہ حصہ سیاہ دکھلایا گیا ہے۔ اس حصہ کو مبدء سے کوئی روشنی نہیں پہنچتی۔ اس حصہ کے کسی نقطے سے بھی مبدء نور دکھلائی نہیں دیتا۔



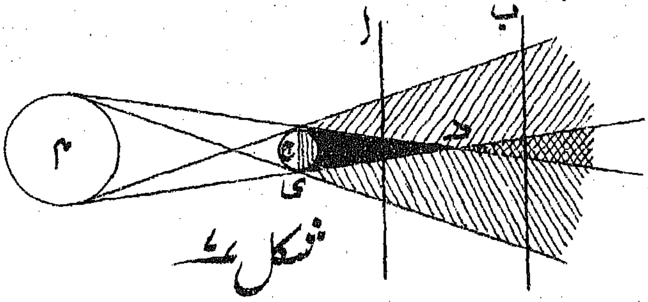
شکل ۶ ظل محض اور ظل مشوب

دوسرا حصہ وہ ہے جس کو ظل جزئی یا ظل مشوب کہتے ہیں شکل میں یہ حصہ مخطط دکھلایا گیا ہے۔ اس حصہ کو مبدء کے صرف ایک حصہ سے تھوڑی روشنی پہنچتی ہے۔ اس حصہ کے ہر نقطہ سے مبدء جزئی طور پر دکھلائی دیتا ہے۔ باقی حصہ غیر شفاف جسم کی وجہ سے دکھلائی نہیں دیتا۔

پردے پ پر ایک یکساں قرص دکھلائی گئی ہے جو ظل محض کی تراش ہے۔ اس کے گرد ایک منطقہ ہے جو ظل مشوب کی تراش ہے۔ اس ظل میں یکسانیت نہیں پائی جاتی۔ اس کے اندر والے کنارے باہر والے کناروں کے مقابلے میں زیادہ گہرے ہوتے ہیں۔ ہندسی اعتبار سے تو ظل محض اور ظل مشوب کے حدود واضح ہونا چاہئیں لیکن عملاً ایسا نہیں ہوتا۔

ظل محض اور ظل مشوب کی قامت کا انحصار مبدء اور جسم کی قامتوں، نیز مبدء، جسم اور پردے کے اضافی فاصلوں پر ہوتا ہے۔ چنانچہ شکل ۶ میں مبدء جسم سے چھوٹا ہے۔ لیکن اگر مبدء جسامت میں جسم سے بڑا ہو تو پھر کیفیت شکل نمبر ۷ کے مطابق ہوگی۔ اس صورت میں کامل سایہ مخروط

ج د ی ہوگا۔ اگر ایک پردہ ا پر رکھ دیا جائے تو ایک چھوٹا سا حصہ ظل محض کا ہوگا اور ایک بڑا حصہ ظل مشئوب کا ہوگا۔ لیکن اگر پردہ ب پر رکھ دیا جائے تو ظل محض مفقود ہو جائیگا اور صرف ایک بڑا حصہ ظل مشئوب کا رہ جائے گا۔ اور اگر پردہ ح پر رکھا جائے گا تو ظل محض صرف ایک نقطہ ہوگا۔



شکل ۷

پردہ ا پر رکھ دیا جائے تو ایک چھوٹا سا حصہ ظل محض کا ہوگا اور ایک بڑا حصہ ظل مشئوب کا ہوگا۔ لیکن اگر پردہ ب پر رکھ دیا جائے تو ظل محض مفقود ہو جائے گا۔ اور صرف ایک بڑا حصہ ظل مشئوب کا رہ جائے گا۔ اور اگر پردہ ح پر رکھا جائے گا تو ظل محض صرف ایک نقطہ ہوگا۔

اگر مبدء اور جسم دونوں ہی کروی ہوں تو شکلوں سے واضح ہے کہ ظل محض دونوں دائروں کے راست مشترک مماسوں سے حاصل ہوتا ہے اور ظل مشئوب عرضی مشترک مماسوں سے۔

اوپر کی شکلوں سے یہ بھی واضح ہے کہ ظل محض اور ظل مشئوب دونوں کا ایک ساتھ پیدا ہونا ضروری نہیں۔ چنانچہ شکل ۶ میں ظل مشئوب موجود نہیں اور شکل ۷ میں ب پر ظل محض ندارد ہے۔

گہن

گہن دو قسم کے ہوتے ہیں شمسی اور قمری۔

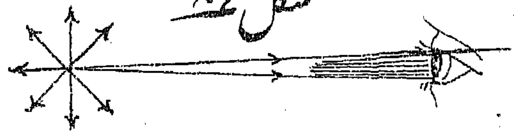
اگر چاند سورج اور زمین کے بیچ میں آجائے تو چونکہ چاند منور بالذات نہیں ہے اس لئے وہ ایک غیر شفاف جسم کی طرح سورج کی روشنی کو کلی یا جزئی طور پر روک دیگا اس لئے زمین کے بعض مقامات پر سورج بالکلیہ یا جزئی طور پر گہنا جائے گا اس منظر کو سورج گہن یا کسوف شمس کہتے ہیں۔ شکل ۸ میں اگر م کو سورج مانا جائے اور ج ی کو چاند تو یہ کیفیت بخوبی سمجھ میں آسکتی ہے۔ اگر زمین کی سطح کا کوئی مقام

ظل محض میں ہوگا تو اس مقام کے لئے کامل کسوف واقع ہوگا۔ اور اگر وہ ظل منسوب میں واقع ہو تو پھر کسوف ناقص ہوگا یعنی چاند سورج کے قرص کے صرف ایک حصہ کو گہنا سکے گا۔ زمین سے سورج اور چاند کے فاصلے کچھ اس طرح کے ہیں کہ زمین چاند کے سایہ میں سے ظل محض کے کنارے کے قریب سے گزرتی ہے۔ بنابریں چاند کی حرکت کے ساتھ ساتھ ظل محض زمین کی سطح پر کامل تاریکی کا ایک خط سا کھینچ دے گا یا اس تک پہنچے ہی گا نہیں۔

چاند جب بدر کامل ہو جاتا ہے تو سورج، زمین اور چاند کے مرکز قریب قریب ایک خط میں آجاتے ہیں۔ اس وقت زمین غیر شفاف جسم کی حیثیت سے سورج کی شعاعوں کو چاند تک پہنچنے سے پہلے ہی روک دیتی ہے۔ اس منظر کو چاند گہن یا خسوف قمر کہتے ہیں۔ یہ گہن بھی کامل یا ناقص ہوتا ہے۔ دوران خسوف ہم کو ظل محض کا کنارہ سطح پر حرکت کرتا دکھائی دیتا ہے۔ شکل ۷ سے اس گہن کی بھی توضیح ہوتی ہے اگر ہم ص کو سورج اور ج ہی کو زمین مان لیں۔

رویت رویت کے عمل کے دوران میں جو مظاہر خارج از چشم واقع ہوتے ہیں صرف انھیں سے بحث کی جائے گی۔ اگر کسی منور نقطہ سے چل کر روشنی آنکھ میں داخل ہو تو وہ نقطہ ایک منتشر شعاع یا مخروط کا راس بن جائیگا اور آنکھ کی پتلی اس مخروط کا قاعدہ ہوگی۔ جب ایسا مخروط آنکھ میں داخل ہوتا ہے (شکل ۸) تو مخروط کے راس پر آنکھ کو ایک منور نقطہ نظر آتا ہے۔ منور مبدء کا ہر نقطہ روشنی خارج کرتا ہے اور آنکھ نقطوں کو اتنا قریب دیکھتی ہے کہ اس سے یکسانیت کا احساس پیدا ہو جاتا ہے۔

شکل ۸



جو جسم منور بالذات نہیں ہیں وہ اس وقت تک نظر نہیں آتے جب تک کہ روشنی اُن پر واقع ہو کر تمام سمتوں میں منتشر نہ ہو جائیں۔ اس وقت ہر نقطہ مثل ایک منور مبدء کے ہوتا ہے۔

مشقی سوالات ۱

(۱) ایک تاریک کمرے کی بند کھڑکی میں ایک چھوٹا سا سوراخ کیا جاتا ہے۔ اس سوراخ سے ایک پردہ ۶' کے فاصلے پر ہے۔ اگر سوراخ کے سامنے کوئی درخت ۴۰' کے فاصلے پر ہو اور درخت کی بلندی ۳۰' ہو تو بتاؤ کہ پردے پر درخت کے خیال کی قامت کیا ہوگی؟

چونکہ روشنی کی اشاعت خطوط مستقیم میں ہوتی ہے اس لئے متشابہ مثلثوں کے خواص کی بنا پر

$$\frac{\text{شخص کی قامت}}{\text{شخص کا فاصلہ}} = \frac{\text{خیال کی قامت}}{\text{خیال کا فاصلہ}}$$

$$\therefore \frac{۳۰}{۴۰} = \frac{\text{خ}}{۶} \qquad \text{خ} = \text{خیال کی قامت}$$

$$\therefore \text{خ} = ۴٫۵ \text{ فٹ}$$

(۲) ایک ثقبالہ کا طول ۱۰' ہے۔ ۵۰' بلند ایک عمارت کا خیال تختی پر بنتا ہے۔ اگر خیال کا طول ۴" کا ہو تو بتلاؤ کہ ثقبالہ سے عمارت کتنے فاصلہ پر ہے۔

(۳) اگر سورج کی روشنی کسی چھوٹے سے سوراخ میں سے داخل ہونے دی جائے تو ایک پردے پر سورج کا خیال حاصل ہوتا ہے۔ لیکن اگر ثقبہ بڑا کر دیا جائے تو ہم کو ثقبہ کا خیال حاصل ہوتا ہے۔ اس کی کیا وجہ ہے؟

(۴) ایک ثقبالہ میں سوراخ سے پردے تک کا فاصلہ ۶" ہے۔ ثقبالہ کا رخ ۵۰' کے فاصلے سے ۴۰' اونچے ایک درخت کی طرف کیا جاتا ہے۔ خود ثقبالہ کی بلندی درخت کے نصف تک ہے۔ بتلاؤ کہ خیال کتنا بڑا بنے گا۔؟

(۵) ایک ثقبالہ میں سوراخ سے پردے تک فاصلہ ۱" ہے۔ ثقبالہ کے سامنے ۶' کے فاصلے پر ایک شخص رکھا جاتا ہے۔ تو شخص اور پردے پر خیال کی قامتوں میں تناسب دریافت کرو۔

(۶) سایہ کس طرح بنتا ہے؟ جب کسی منور کرے سے روشنی کسی غیر شفاف گولے پر پڑتی ہے تو ظل محض اور ظل مشوب کس طرح بنتے ہیں؟ شکل کھینچ کر سمجھاؤ۔

(۷) ۲" قطر کا ایک دائرہ یکساں منور ۲" قطر کے ایک کرے سے ۱' کے فاصلے پر رکھا جاتا ہے۔

تو کرے سے اُدھر ۵ کے فاصلے پر رکھے ہوئے پردے پر جو ظل محض اور ظل مشوب بنیں گے اُن کے قطر دریافت کرو۔

(۸) ایک دائری یکساں مبدء نور کا قطر ۱۰ سم ہے۔ مبدء سے ۵۰ سم کے فاصلے پر ایک غیر شفاف کرہ ہے جس کا قطر ۵ سم ہے۔ تو کرے کے مرکز سے ظل محض کے کنارے تک کا فاصلہ دریافت کرو۔ اس فاصلے پر اگر کوئی پردہ رکھا جائے تو جو ظل مشوب بنے گا اس کا قطر دریافت کرو۔

تیسرا باب

ضیا پیمائی

مبادی نور | نور کا مبدء اولین تو سورج ہے، لیکن زمین پر تو کسی شئے کو جلا کر یا تابناک بنا کر ہی روشنی پیدا کی جاتی ہے۔

قدیم الایام سے ہی تیل یا چربی میں بتی ڈال کر چراغ یا شمع کے ذریعہ روشنی حاصل کرتے رہے ہیں۔ اٹھارویں صدی کے ختم پر گیس کو مبدء نور کی طرح استعمال کرنے لگے تھے۔ چنانچہ ۱۷۹۲ میں مرداک نے کول گیس تیار کی اور اس کو جلایا۔ بنسن نے اس کو ترقی دی اور بالآخر ویلس باک نے ایک لمپ تیار کیا، جس کا حباب ۹۹ % تھوریا اور ۱ % سیریا سے مرکب ہوتا ہے۔ ایسٹیلین گیس بھی، چونکہ بآسانی تیار ہو جاتی ہے اور بہت منور شعلہ رکھتی ہے، روشنی کے کام میں لائی جاتی ہے۔

اس کے بعد برقی رَو نے میدان میں قدم رکھا۔ تو برقی قوس اور برقی لمپ وجود میں آئے۔ چنانچہ گیسی اور برقی لمپوں میں مقابلہ کی سی صورت ہے۔

نور قابل پیمائش مقدار ہے | اشعاعی حرارت کی طرح نور بھی توانائی کا ایک استحالہ ہے اور اس لئے اس کی پیمائش ہو سکتی ہے۔ کسی آن کسی فضا میں نور کی مقدار کی پیمائش اس آن اس فضا کی تنویر کے لئے کار آمد مقدار توانائی سے کی جاتی ہے۔ اور نور کی طبیعی حدت کی پیمائش اس فضا میں اکائی مدت میں منتقل شدہ توانائی سے کی جاتی ہے۔ کسی خاص رنگ کی روشنی کے لئے آنکھ (یا عکسالہ میں حساس تختی) جو چمک محسوس کرتی ہے اس کا انحصار حدت پر ہوتا ہے۔ نیز طبیعی حدت اس حرارتی اثر کے بھی متناسب ہوتی ہے، جو روشنی کی زد میں کسی سیاہ سطح پر پیدا ہو۔

پس نور کی حدت کے پیمائش کرنے کے تین طریقے ہوئے۔

(۱) بصری یا ضیا پیمائی طریقہ۔

(۲) عکاسی طریقہ۔

(۳) حرارہ پیمائی طریقہ۔

عکاسی کے طریقے میں، روشنی حساس تختی کے نمکوں پر کیمیاوی عمل کرتی ہے۔

حرارہ پیمائی طریقے میں حرانبار یا اس جیسا کوئی آلہ استعمال کیا جاتا ہے، یہ آلہ اشعاع کی زد میں رکھا جاتا ہے اور جو توانائی پہنچتی ہے وہ حرارتی توانائی میں منتقل ہو جاتی ہے، جس سے ایک برقی اثر پیدا ہو جاتا ہے۔ اس اثر کی پیمائش حساس رو پیما سے ہوتی ہے۔ ان دونوں طریقوں میں یہ امر قابل لحاظ ہے کہ وہ توانائی کی جن صورتوں کی پیمائش کرتے ہیں وہ نوری توانائی کے مشابہ ہیں لیکن آنکھ اس کو محسوس نہیں کر سکتی۔

ہم اس باب میں صرف بصری یا ضیاپیمائی طریقے کا ذکر کریں گے۔

چمک کا احساس نور کو محسوس کرنے کا آلہ ہمارے پاس ہماری آنکھ ہے۔ لیکن آنکھ روشنی کی مختلف مقداروں میں کوئی تناسب نہیں قایم کر سکتی، چنانچہ ہر شخص کو مختلف اوقات و مقامات میں تنویر کا فرق محسوس ہوا ہوگا۔ لیکن ان تنویروں میں کوئی نسبت قایم کرنا ممکن نہ ہوا ہوگا۔ اس کا سبب یہ ہے کہ ہماری آنکھ کمی تخمین نہیں کر سکتی، دوسرے یہ کہ روشنی کی ہر مقدار کو، خواہ وہ کم ہو یا زیادہ، آنکھ پتلی گھٹا بڑھا کر بلاارادہ محسوس کر لیتی ہے۔ بالفاظ دیگر آنکھ میں بیک وقت مختلف تنویروں کو محسوس کرنے کی قابلیت موجود ہے۔

اسی لئے تنویر کی پیمائش کے لئے دوسری صورتیں اختیار کرنے کی ضرورت ہے۔ اس کے لئے چند ابتدائی اصطلاحوں اور رکنیوں کو بیان کر دینا مناسب ہوگا۔

نور کی حدت فرض کرو کہ م = مقدار نور جو فی ثانیہ کسی منور نقطے یا منور سطح کے کسی حصے سے بشکل مخروط خارج ہو۔

اور ش = مخروط کا چھوٹا مجسم زاویہ۔ تو جب ش اور بالآخر م بدرجہ غایت قلیل ہو جائے تو نسبت $\frac{م}{ش}$ کی انتہا مخروط کے محور کی سمت میں اخراج نور کی حدت کہلاتی ہے۔

حدت تنویر فرض کرو کہ م = فی ثانیہ واقع نوری توانائی کی مقدار۔

س = ایک سطح کا رقبہ جس کے ایک حصہ پر نور واقع ہو۔ تو س اور بالآخر م کے بدرجہ غایت قلیل ہو جانے کی صورت میں، نسبت $\frac{م}{س}$ کی انتہا، اس نقطہ پر جس پر س بالکل کچھ نہ رہے، سطح کی حدت تنویر کہلاتی ہے۔

اگر $\frac{م}{س}$ = مستقل ہر نقطہ کے لئے تو سطح یکساں منور سمجھی جاتی ہے۔

پس اگر م = فی ثانیہ واقع نوری توانائی کی مقدار۔

اور س = سطح کا رقبہ، جس کے ایک حد پر نور واقع ہو۔

تو $\frac{م}{س}$ = اس یکساں تنویر کی حدت۔

پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ فی ثانیہ کسی سطح کے اکائی رقبہ پر عموداً روشنی کی جو مقدار واقع ہو وہ اس سطح کی حدت تنویر ہے۔

اس مقدار کی مطلق پیمائش کا ہمارے پاس کوئی ذریعہ نہیں ہے، کیونکہ پیشتر ذکر ہو چکا ہے کہ اس سلسلہ میں ہماری آنکھ کام نہیں دے سکتی۔ اور اگر جملہ اشعاعی توانائی کی پیمائش کر بھی لی جائے تو یہ تنویر کی تعبیر نہ ہوگی۔ کیونکہ ممکن ہے کہ آنکھ اس اشعاع کو محسوس ہی نہ کرے۔ بایں ہمہ حدت تنویر کا یہ مفہوم بہت کار آمد ہے۔ اور ان حدتوں کا مقابلہ متعدد طریقوں سے کیا جا سکتا ہے۔

کلیۂ مربع معکوس

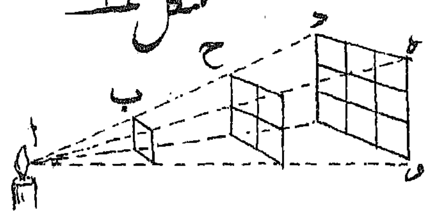
جب ہم مبدء نور سے دور ہو جاتے ہیں تو حدت نور گھٹ جاتی ہے لیکن جب ہم اس کے نزدیک جاتے ہیں تو وہ بڑھ جاتی ہے۔

پس اس حدت کا انحصار مبدء نور سے فاصلہ پر ہوا۔ اسی انحصار کو کلیہ مربع معکوس کی صورت میں بیان کیا جاتا ہے جو ذیل میں درج ہے۔

کسی مبدء سے پیدا شدہ تنویر کی حدت اس مبدء سے فاصلے کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔

توضیح :- تاروں کا ایک فریم لو جیسا کہ شکل ۹ میں ہے۔ اس کے کنارے ا د، ا ہ، ا و، ا ز، مساوی ہوں اور اس کا قاعدہ ایک مربع د ہ و ز ہو جس کا ضلع ۳ سمر کا ہو۔

شکل ۹



ا د کو نقاط ب ج پر تقسیم کر کے تین حصے کر لو۔ ب اور ج میں سے قاعدے کے متوازی مستوی مالو۔ تو متشابہ مثلثوں کے اصول سے یہ

مستوی ا اور ۲ سمر ضلع کے مربع ہوں گے۔ پس تینوں مستویوں کے رقبے ۱، ۴، اور ۹ مربع سمر ہوں گے۔

فرض کرو کہ اس مخروط مضلع کی راس کو کسی شعلہ پر رکھ دیا جائے اور ساتھ ہی تینوں مستویوں کو شفاف مان لیا جائے۔ تو ب پر مستوی میں سے جو روشنی گذرتی ہے وہی ج اور د کے مستویوں میں سے بھی گزرتی ہے۔

فرض کرو کہ یہ مقدار = ۴

تو اگر سفید کاغذ کا کوئی ٹکڑا باری باری سے ب، ج اور د کے مستویوں میں منطبق کیا جائے تو فی ثانیہ فی مربع سمر تنویر $\frac{4}{1}$ ، $\frac{4}{4}$ ، $\frac{4}{9}$ نوری اکائیاں ہوگی۔

پس معلوم ہوا کہ مبدء نور سے پیدا شدہ تنویر اس سے فاصلے کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔

ثبوت:- فرض کرو کہ شکل ۱۰ م = ایک کرے کا مرکز جس پر مبدء نور ہے۔

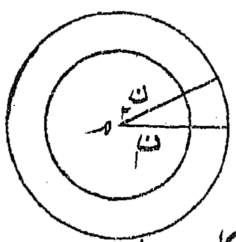
ن_1 = اس کرے کا نصف قطر

ما = فی ثانیہ نور کی مقدار جو مبدء سے خارج ہو۔

ح_1 = کرے کی اندرونی سطح کی تنویر۔

تو کرے کا رقبہ = $4\pi\,\text{ن}_1^2$

$$\therefore \text{ح}_1 = \frac{\text{ما}}{4\pi\,\text{ن}_1^2}$$



شکل ۱۰

اب فرض کرو کہ یہ کرہ دور کر دیا جائے اور اس کے بجائے روشنی ایک ہم مرکز کرے پر پڑے جس کا نصف قطر ن_2 ہو۔ اگر اس کرے کی اندرونی سطح کی تنویر ح_2 ہو تو حسب سابق

$$\text{ح}_2 = \frac{\text{ما}}{4\pi\,\text{ن}_2^2}$$

$$\therefore \frac{\text{ح}_1}{\text{ح}_2} = \frac{\text{ما}}{4\pi\,\text{ن}_1^2} \Big/ \frac{\text{ما}}{4\pi\,\text{ن}_2^2} = \frac{\text{ن}_2^2}{\text{ن}_1^2}$$

یعنی کسی یکساں طور پر منور سطح کی حدت تنویر منبع نور سے اس کے فاصلے کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔ یا بالفاظ عام۔

کسی سطح کے ایک نقطہ پر حدت تنویر منبع نور سے اس نقطہ کے فاصلے کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔

کسی سطح کی حدت تنویر نور کے زاویہ وقوع کے ساتھ متغیر ہوتی ہے

زاویہ وقوع سے مراد وہ زاویہ ہے جو واقع شعاعیں سطح کے عماد کے ساتھ بنائیں۔

فرض کرو کہ ب ج = چھوٹا سا ایک مستطیل پردہ شکل ۱۱ جس پر متوازی خطوط کی ایک پنسل واقع ہے۔

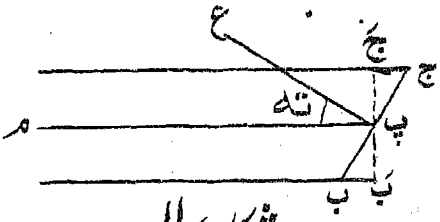
پ = پردے کا وسطی نقطہ

پ ع = پ پر عماد

م پ ع = تھ

ما = مقدار نور جو فی ثانیہ رقبہ ب ج پر پہنچے

ح = سطح کی تنویر



شکل ۱۱

$$\text{تو ح} = \frac{\text{ما}}{\text{رقبہ ب ج}}$$

اب فرض کرو کہ پردہ اپنے وسطی نقطہ پ کے گرد اس طرح گھمایا جائے کہ وہ پنسل کے خطوط کے علی القوائم ہو جائے۔ تو نور کی مقدار ما اب رقبہ ب' ج' پر پڑے گی۔ اس سطح کی تنویر اگر ح' ہو تو۔

ح = ما / رقبہ بَ حَ

∴ ح/حَ = (ما / رقبہ ب ح) / (ما / رقبہ بَ حَ)

= رقبہ بَ حَ / رقبہ ب ح = تاہ

کیونکہ رقبہ بَ حَ = رقبہ ب ح جم مرپ ع = رقبہ ب ح جم تاہ

∴ ح = حَ جم تاہ

پس حدت تنویر زاویہ وقوع کے جیب التمام کے ساتھ راست متناسب ہوتی ہے۔
اسی سے ایک حد تک اس کی توجیہ ہوتی ہے کہ سورج کی شعاعیں جہاں سیدھی پڑیں گی وہاں گرمی اور روشنی زیادہ ہوگی اور جہاں ترچھی پڑیں گی وہاں گرمی اور روشنی دونوں کم ہوں گی۔ یہی وجہ ہے کہ ڈھلواں مقامات کے مقابلہ میں میدانوں میں گرمی زیادہ ہوتی ہے۔

اگر　ح۱ = مبدء نور سے اکائی فاصلہ پر سطح کی حدت تنویر

تو　ح/ح۱ = ۱/ل۲　جہاں، ل = حدت ح کا فاصلہ مبدء سے

یا　ح = ح۱/ل۲

اور　ح = ح۱ جم تاہ

∴ ح = ح۱ جم تاہ / ل۲

یہ ایک ایسی سطح کی حدت تنویر ہوگی جو مبدء نور سے فاصلہ ل پر ہو جبکہ زاویہ وقوع تاہ ہو، اور مبداء اتنی طاقت کا ہو کہ اس سے اکائی فاصلہ پر کوئی سطح پنسل کے عمود وار رکھی جائے تو پیدا شدہ حدت تنویر ح۱ ہو۔

مبدء کی طاقت تنویر | حدت تنویر کی تعریف کے بعد طاقت تنویر کی تعریف یوں کی جا سکتی ہے۔

کسی مبدء کی طاقت تنویر سے مراد وہ حدت تنویر ہے جو مبدء اکائی فاصلہ پر پیدا کرے، جبکہ روشنی عماداً واقع ہو۔

منور نقطے کے لئے اس تعریف میں کوئی اشکال نہیں۔ کیونکہ تمام سمتوں پر نور کا اشعاع یکساں ہوتا ہے۔ لیکن برقی لمپ کی طرح کے مبدء کے لئے اشعاع یکساں نہیں ہوتا بایں ہمہ کسی ایک سمت میں تنویر بالکل معین ہوتی ہے، پھر اس سمت میں طاقت تنویر کی تعریف وہ ہوگی جو اوپر درج ہے۔

فرض کرو کہ ط_1 = کسی دیئے ہوئے مبدء ا کی تنویری طاقت

تو $\text{ح} = \text{ط}_1$

پس اگر ن_1 = کسی سطح کا فاصلہ اس مبدء سے

اور تہ_1 = زاویہ وقوع

تو حسب سابق

$$\text{ح} = \frac{\text{ط}_1 \text{ جم } \text{تہ}_1}{\text{ن}_1^2}$$

اسی طرح اگر ط_2 = کسی دوسرے مبدء ب کی تنویری طاقت

اور تہ_2 = زاویہ وقوع

ن_2 = سطح کا فاصلہ مبدء ب سے

تو $\text{ح} = \frac{\text{ط}_2 \text{ جم } \text{تہ}_2}{\text{ن}_2^2}$

جبکہ سطح پر دونوں مبداؤں سے ایک ہی حدت پیدا ہو۔

$$\text{پس } \frac{\text{ط}_1 \text{ جم } \text{تہ}_1}{\text{ن}_1^2} = \frac{\text{ط}_2 \text{ جم } \text{تہ}_2}{\text{ن}_2^2}$$

لہذا یہی عام ضابطہ ہوا۔

بالعموم مبادی نور کے مقابلے میں تہ_1 اور تہ_2 کو برابر رکھتے ہیں۔

اس صورت میں

$$\frac{\text{ط}_1}{\text{ن}_1^2} = \frac{\text{ط}_2}{\text{ن}_2^2}$$

یا

$$\frac{\text{ط}_1}{\text{ط}_2} = \frac{\text{ن}_1^2}{\text{ن}_2^2}$$

اس سے معلوم ہوا کہ مختلف مبادی نور کی تنویری طاقتیں، کسی سطح پر ایک ہی حدت تنویر پیدا کرنے کے لئے اس سطح سے اُن کے فاصلوں کے مربعوں کے راست متناسب ہوتی ہیں۔

واضح رہے کہ اوپر کا بیان اسی وقت صحیح ہے جبکہ تابہ ہر صورت میں ایک ہی ہو۔ اس لئے ظاہر ہے کہ تجربہ کرتے وقت یہ شرط ضرور پوری کی جائے۔

حدت تنویر، حدت نور، اور طاقت تنویر میں فرق

حدت نور ایک ایسی مقدار جس کا تعلق توانائی سے ہے۔

کسی مبدء کی تنویری طاقت حدت نور کے متناسب ہوتی ہے اور اس کی پیمائش پارہ سابق میں بیان کی جا چکی ہے۔

حدت تنویر کا تعلق سطح منور سے ہے نہ کہ اوپر کی دو مقداروں کی طرح مبدء نور سے۔

ضیا پیما مختلف مبادی نور کی تنویری طاقتوں کے تجربی مقابلہ کو ضیا پیمائی کہتے ہیں۔

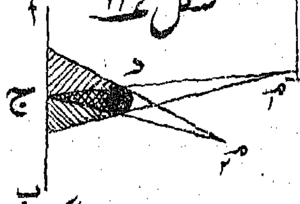
اس مقابلے کے لئے جو آلات استعمال کئے جاتے ہیں ان کو ضیا پیما کہتے ہیں۔ ایسے تمام ضیا پیماؤں میں اصول یہ ہے کہ کسی ایک پردے سے دو مبادی نور ایسے فاصلوں پر رکھے جاتے ہیں کہ پردے پر ایک سا ہی اثر پیدا کرے تو اس وقت سابق کی ارقام میں

$$\frac{\text{ط}_1}{\text{ط}_2} = \frac{\text{ن}_1^2}{\text{ن}_2^2}$$

اس غرض کے لئے جو ضیا پیما استعمال کئے جاتے ہیں اب ہم اُن کو بیان کریں گے۔

(۱) سایہ دار ضیا پیما یا رمفرڈ کا ضیا پیما

شکل ۱۲



تشریح:—

فرض کرو ا ب = ایک پردہ شکل ۱۲

د = ایک پتلی سلاخ جو پردے کے سامنے نصب کر دی گئی ہے۔

م۱، م۲ = دو مبادی نور۔

عمل:— ہر دو مبادی نور اس طرح رکھے جاتے ہیں کہ ہر ایک سے د کا سایہ ا ب پر علیحدہ علیحدہ پڑے۔ اس کے لئے دونوں مبادی کو ایک ہی بلندی پر ہونا چاہیئے

چنانچہ ب ج = د کا سایہ جو م۱ سے پیدا ہوا۔

ا ج = 〃 〃 م۲ 〃 〃

م۱ اور م۲ کے فاصلے پردے سے اس طرح ترتیب دیئے جاتے ہیں کہ سائے مساوی طور پر تاریک ہوں اور د کو اس طرح رکھتے ہیں کہ سایے ایک دوسرے پر منطبق ہونے کے بجائے ایک دوسرے کو مس کریں۔ اگر وہ منطبق ہو جائیں یا ان کے درمیان روشن جگہ چھوٹ جائے گی تو مقابلہ اتنی صحت کے ساتھ نہیں کیا جا سکتا۔

نظریہ:— ا ج اور ب ج کے علاوہ پردے کے تمام حصوں پر دونوں مبادی سے روشنی پہنچ رہی ہے۔

ا ج چونکہ م۲ والے سایہ میں ہے اس لئے اس کو روشنی م۱ سے پہنچ رہی ہے۔

اسی طرح ب ج کو روشنی م۲ سے پہنچتی ہے۔

بنا بریں اگر سایے مساوی طور پر تاریک ہوں تو ج پر دونوں مبادی کی وجہ سے تنویریں مساوی ہوں گی۔

پس اگر ط۱ = م۱ کی تنویری طاقت

ط۲ = 〃 〃 م۲ 〃

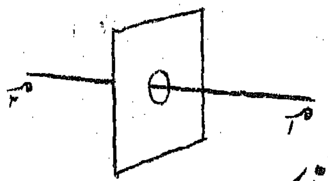
ف۱ = م۱ کا فاصلہ پردے سے۔

ف۲ = 〃 〃 م۲ 〃 〃

تو $\frac{ط_1}{ط_2} = \frac{ف_1^2}{ف_2^2}$

تنقید :- (۱) پردہ کھردرا ہو سطح چکنی نہ ہو تاکہ باقاعدہ انعکاس واقع نہ ہو۔ اس لئے اس کو سفید نقشہ کشی کا کاغذ ہونا چاہیئے۔ یا پھر دھندلے شیشے کا۔
اگر کاغذ کا ہو تو اس کو اس طرف سے دیکھیں گے جس طرف کہ مبادی نور ہیں اور اگر شیشے کا ہو تو اس کو پشت پر سے دیکھیں گے۔
(۲) سایہ دار ضیا پیما میں ایک بڑی خوبی یہ ہے کہ کمرے میں کسی اور مبدء کی موجودگی اس کے نتائج پر اثر نہیں ڈالتی۔ کیونکہ اس تیسرے مبدء سے جو سایہ پڑے گا وہ بآسانی شناخت کیا جا سکتا ہے۔ صرف احتیاط اس امر کی کرنا چاہیئے کہ یہ تیسرا سایہ 'ج' پر نہ پڑنے پائے۔

(۲) چکنائی دار ضیا پیما یا نسبتی ضیا پیما


شکل ۱۳

تشریح یہ ضیا پیما ایک سفید کاغذ پر مشتمل ہوتا ہے جس کی سطح چکنی نہیں ہوتی۔ وسط میں ایک داغ چکنائی کا ڈال دیا جاتا ہے۔ اس کی شکل بالعموم ستارے کی سی رکھی جاتی ہے تاکہ وضاحت زیادہ پیدا ہو سکے۔

عمل :- ہر دو مبادی ضیا پیما کے ایک ایک جانب ایک ہی بلندی پر رکھے جاتے ہیں۔ اُن کے فاصلے اس طرح ترتیب دیئے جاتے ہیں کہ چکنائی کا داغ اور بقیہ کاغذی پردہ مساوی طور پر منور ہو جائیں۔
پردے کے دونوں جانب دیکھا جاتا ہے۔ پردے سے ہر دو مبادی کے فاصلے دیکھے جاتے ہیں۔

نظریہ :- فرض کرو کہ شکل ۱۳

ل۱ = مبدء م۱ سے واقع روشنی فی اکائی رقبہ

ل۲ = " م۲ " " " "

ا = روشنی کی وہ کسر جو کہ چکنائی کے کاغذ سے منتشر ہو جبکہ واقع روشنی اکائی ہو۔

۱ - ا = " " " " " گزر جاتی ہے۔

ب = " " " " " چکنائی کے داغ سے منتشر ہوتی ہے۔

۱ - ب = " " " " " " گزر جاتی ہے۔

اس لئے اگر پردہ اس طرف سے دیکھا جائے جس طرف کہ مبدء م₁ واقع ہے تو بے چکنائی کے حصہ سے آنکھ تک پہنچنے والی روشنی فی اکائی رقبہ۔

$$= \left[\text{ل}_1\,\text{ل} + \text{ل}_2\,(1 - \text{ل})\right]$$

اور چکنائی کے حصہ سے روشنی فی اکائی رقبہ

$$= \left[\text{ل}_1\,\text{ب} + \text{ل}_2\,(1 - \text{ب})\right]$$

جب چکنائی کا داغ اور بقیہ کاغذ مساویانہ منور ہوں تو

$$\left[\text{ل}_1\,\text{ل} + \text{ل}_2\,(1 - \text{ل})\right] = \left[\text{ل}_1\,\text{ب} + \text{ل}_2\,(1 - \text{ب})\right]$$

$$\therefore\ \text{ل}_1\,(\text{ل} - \text{ب}) = \text{ل}_2\,(1 - \text{ب} - 1 + \text{ل}) = \text{ل}_2\,(\text{ل} - \text{ب})$$

$$\therefore\ (\text{ل} - \text{ب}) \neq 0$$

$$\therefore\ \text{ل}_1 = \text{ل}_2$$

$$\therefore\ \frac{\text{ط}_1}{\text{ف}_1^2} = \frac{\text{ط}_2}{\text{ف}_2^2}$$

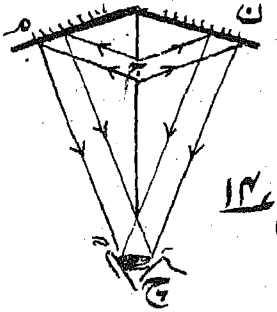
جہاں ط_1، ط_2 = تنویری طاقتیں
ف_1، ف_2 = مبادی کے فاصلے

تنقید:- (۱) چکنائی کے داغ کو ایسا بنانا کہ اس کے کنارے بہت واضح ہوں بہت مشکل ہے۔
(۲) تنویر میں خفیف سے فرق کو محسوس کرنا ممکن نہیں جبکہ رقبے خود زیادہ واضح نہ ہوں۔
(۳) چکنائی دار کاغذ کی بجائے ٹیسچی کاغذ کی قرص استعمال کی جا سکتی ہے۔
اس کے بنانے کا طریقہ یہ ہے کہ کاغذ کے دو ورق تلے اوپر رکھ کر تیز چاقو سے دونوں میں ستارے کی شکل کاٹ لی جائے۔ پھر ٹیسچی کاغذ کو درمیان میں رکھ کر دونوں کو جوڑ دیا جائے۔
(۴) عملاً یہ دیکھا جاتا ہے کہ دونوں طرف سے دیکھنے پر کسی ایک وضع کے لئے چکنائی کا داغ مشکل سے غائب ہوتا ہے۔
اس کا سبب ایک حد تک یہ ہے کہ چکنائی کا داغ اور سفید کاغذ واقع روشنی کی ایک ہی کسر جذب نہیں کرتے۔ اور اوپر کے نظریہ میں ہم نے انجذاب کو نظر انداز کر دیا ہے۔ اس کا سبب خاص یہ ہے کہ سفید کاغذ سے جو روشنی منعکس ہوتی ہے وہ اس سے زیادہ ہوتی ہے جو چکنائی کے داغ میں سے گزر جاتی ہے۔

اس لئے دونوں سطحوں کی اضافی حدتیں اس زاویہ پر منحصر ہوتی ہیں جس سے کہ وہ دیکھی جاتی ہیں۔ جتنا زیادہ ترچھا ان کو دیکھا جائے گا اتنا ہی زیادہ چکنائی کا دھبہ تاریک نظر آئے گا۔

(۵) اس دقت کو مدنظر رکھتے ہوئے ہم چکنائی دار ضیاپیما میں داغ کے غائب کر دینے کی کوشش نہیں کرتے بلکہ اس امر کے کوشاں رہتے ہیں کہ مقابلۃً دونوں جانب ایک ہی اثر ہو۔

اس مقصد کے لئے مناسب یہ ہوتا ہے کہ دونوں سطحوں کو بہ یک وقت دیکھا جائے۔



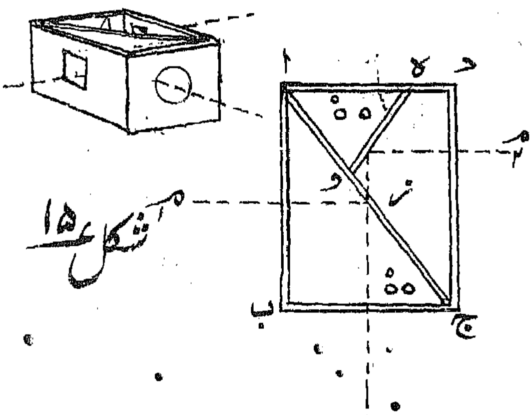
شکل ۱۴

اس لئے دو آئینہ ۱ م اور ۱ ن حسب شکل ۱۴ استعمال کئے جاتے ہیں ج پر چکنائی کا داغ ہے اور چ پر آنکھ ہے۔ اب ہر دو مبادی کے فاصلے اس طرح ترتیب دئے جاتے ہیں کہ مقابلۃً دونوں آئینوں میں ایک ہی اثر ہو۔

(۶) غیر ضروری روشنی سے ضیاپیما کی صحت پر بہت اثر پڑتا ہے۔ کیونکہ جس طرف یہ زائد روشنی ہوگی اس طرف حدت زیادہ ہو جائے گی۔

اس خطا کا ازالہ اس طرح ممکن ہے کہ دونوں روشنیوں کی وسعتیں بدل دی جائیں۔ یہ تصحیح بالکل ویسی ہے جیسی کہ ترازو میں بازو برابر نہ ہونے کی صورت میں پلڑے بدل کر کی جاتی ہے۔

(۳) مشبک پردے الا ضیاپیما یا ٹراٹر کا ضیاپیما



شکل ۱۵

تشریح:- شکل ۱۵

ا ب ج د = ایک ڈبہ

ا ج = ایک پردہ جو ترچھا رکھا گیا ہے اس طرح کہ ا ج ب = ۵۵°

ء ف = دوسرا پردہ، اس طرح کہ یہ زاویہ ۵۵° کا بنے۔

ں = پردے ا ج میں ستارے کی شکل کا ایک سوراخ۔ جس کو ۳/۸″ سے زیادہ نہ ہونا چاہیئے۔ اس کو چاقو سے صفائی کے ساتھ کاٹ لیتے ہیں۔

م۱، م۲ = دو مبادی نور

ع = آنکھ

عمل:۔ ہر دو مبادی نور پردے کے ہر دو جانب رکھے جاتے ہیں۔

دونوں مبادی کی وضع ایسی رکھی جاتی ہے کہ اُن سے جلی ہوئی روشنی پردوں کے عمادوں سے ۳۵° کا زاویہ بنائے۔

پیچھے کے پردے کو سامنے والے پردے کے سوراخ ں میں سے ع سے دیکھا جاتا ہے۔

مبادی کے فاصلوں کو اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ سوراخ بالکل غائب ہو جائے۔

نظریہ:۔ حسب سابق $\frac{ط_1}{ط_2} = \frac{ف_1^2}{ف_2^2}$

تنقید:۔ (۱) سادہ ضیا پیماؤں میں اس سے صحیح تر ضیا پیما غالباً کوئی نہیں۔

(۲) پردوں کے لیئے برسٹل بورڈ بہت زیادہ موزوں ہوتا ہے کسی نرم کپڑے سے اس کی چکناہٹ یا چمک کو دور کرنا چاہیئے۔

(۳) غیر ضروری روشنی ضیا پیما کی صحت پر اثر ڈالتی ہے۔ یہ زائد روشنی جس طرف ہو گی اسی طرف کے مبدء کی حدت زیادہ نظر آئے گی۔ اس خطا کی تصحیح یوں ہو سکتی ہے کہ دونوں مبادی کے محل آپس میں بدل دیئے جائیں اور ہر دو نتائج کا اوسط لے لیا جائے۔

ضیا پیماؤں سے تجربے

ضیا پیماؤں کا کام دراصل دو مبادی نور کی طاقتوں کا مقابلہ کرنا ہے۔ لیکن اسی ضمن میں ہم بعض دلچسپ تجربے بھی انجام دے سکتے ہیں، چنانچہ ذیل میں ایسے چند تجربے درج کیئے جاتے ہیں۔

(۱) کلیہ مربع معکوس کا ثبوت۔ بنسن کا ضیا پیما لو اور اسے تجربے کے لیئے ترتیب دو۔

مبادی نور کے لئے ایک طرف تو ایک بتی استعمال کرو اور دوسری طرف اسی طرح کی چار بتیاں اس طرح رکھو کہ وہ ایک ہی مبدء نور شمار ہو سکے۔
اب تنویر کو مساوی کرکے مقابلہ کیا جائے گا تو معلوم ہوگا کہ چار بتی مبدء کا فاصلہ ایک بتی مبدء کے فاصلے سے دگنا ہے۔
مختلف فاصلوں اور بتیوں کی مختلف تعداد کے لئے تجربہ کو دہراؤ۔ ہر مشاہدہ میں دکھلاؤ کہ

$$\frac{ط_۱}{ط_۲} = \frac{ف_۱^۲}{ف_۲^۲}$$

پس اس سے معلوم ہوا کہ پردے کو مختلف فاصلوں پر رکھ کر ایک ہی مبدء کے لئے

$$ح \propto \frac{۱}{ف^۲}$$

(۲) شیشے کی تختی میں سے منتقل شدہ روشنی کی کسر:۔ شیشے کی تختی میں سے منتقل شدہ روشنی کی کسر ضیا پیما سے پیمائش کی جا سکتی ہے۔
فرض کرو کہ دو لمپ ہیں جن کی طاقت تنویر $ط_۱$ اور $ط_۲$ ہیں۔ اور فرض کرو کہ جب وہ ضیا پیما سے فاصلے $ف_۱$، $ف_۲$ پر ہوتے ہیں تو حدت مساوی ہوتی ہے۔

تو
$$\frac{ط_۱}{ط_۲} = \frac{ف_۱^۲}{ف_۲^۲}$$

یا
$$\frac{ط_۱}{ف_۱^۲} = \frac{ط_۲}{ف_۲^۲}$$

اب شیشے کی تختی کو ضیا پیما اور $ط_۱$ طاقت والے لمپ کے درمیان رکھ دو۔
فرض کرو کہ روشنی کی جو کسر اس میں سے گزرتی ہے وہ = ک
اب تنویر مساوی کرنے کے لئے دوسرے لمپ کو ضیا پیما سے دور لے جانا پڑے گا۔
فرض کرو کہ دوسرے لمپ کا نیا فاصلہ = ف

تو
$$\frac{ک\,ط_۱}{ف_۱^۲} = \frac{ط_۲}{ف^۲}$$

اس مساوات کو سابق کی مساوات پر تقسیم کرنے سے

$$\frac{ک\,ط_1}{ف_1^2} \Big/ \frac{ط_1}{ف_1^2} = \frac{ط_2}{ف_2^2} \Big/ \frac{ط_2}{ف_2^2}$$

پس

$$ک = \frac{ف_2^2}{ف^2}$$

مثال :- ایک سایہ دار ضیا پیما سے دو لمپ ۵۰ اور ۷۰ سمر کے فاصلہ پر رکھے جاتے ہیں تو تنویر مساوی ہوتی ہے۔ شیشے کی ایک تختی قوی تر لمپ اور پردے کے درمیان رکھ دی جاتی ہے۔ اس وقت دوسرے لمپ کو پردے سے ۲٫۵ سمر ہٹانا پڑتا ہے تاکہ تنویر مساوی رہے۔ شیشے کی تختی میں سے کتنی روشنی گذرتی ہے ؟

ضابطہ سے ک $= \frac{ف^2}{ف_2^2} = \frac{۵۰^2}{۵۲٫۵^2} = ۰٫۹۰۷$

نوٹ :- ان تجربوں کے لئے کسی خاص تجربہ خانہ کی ضرورت نہیں۔ رات کے وقت مکانوں کے کمروں میں یہ تجربے کئے جا سکتے ہیں۔

شیشے کی تختی میں سے کسر کی قیمت معلوم کرنے کے لئے بہتر یہ ہوگا کہ تین تختیاں ایک ساتھ استعمال کی جائیں۔ اس حالت میں ضابطہ

$ک^3 = \frac{ف_2^2}{ف^2}$ ہوگا۔

اور چونکہ اثر زیر پیمائش زیادہ ہوگا اس لئے نتیجہ بھی صحیح تر ہوگا۔

(۲۳) کسی زیر استعمال لمپ کی تنویری طاقت معلوم کرنا

ایک ڈورا لو اور لمپ سے کمرے کی دیوار پر ایک نقطہ تک کا فاصلہ معلوم کر لو۔

دیوار کے اسی نقطہ پر سفید کاغذ کا ایک پرزہ پن سے لگا دو۔

اگر دوسری روشنیاں کمرے میں ہوں تو ان کو گل کر دو۔ اب ایک ہاتھ میں ایک بتی لو اور دوسرے ہاتھ میں پنسل۔ اب فاصلہ ایسا رکھو کہ دونوں سائے ایک دوسرے سے مل جائیں اور مساوی طور پر تاریک ہوں۔

واضح رہے کہ کاغذ پر بتی کی روشنی اسی زاویئے پر پڑے جس زاویئے پر لمپ کی روشنی آتی ہے۔ اپنے کسی دوست سے کہو کہ وہ اس وضع میں کاغذ سے بتی کا فاصلہ معلوم کر لے۔

تو $\frac{\text{ظ (لمپ)}}{\text{ظ (بتی)}} = \frac{\text{ف ۲ (لمپ)}}{\text{ف ۲ (بتی)}}$

معیار تنویر | چونکہ مختلف مبادی نور کی تنویری طاقتوں کا مقابلہ ممکن ہے اس لئے ضروری ہے کہ کسی ایک کو معیار تسلیم کیا جائے۔ معیار کے لئے ضروری ہے کہ:

(۱) اس کی تنویری طاقت مستقل ہو یا اگر متغیر ہو تو تغیر قابو میں آسکتا ہو تاکہ جملہ مشاہدات کو معیاری حالت میں لے آیا جائے۔

(۲) مختلف مشاہدین کے ترتیب دینے پر معیاری مبدء کی تنویری طاقت ایک ہی رہے، بشرطیکہ چند معین شرائط پوری کر دی جائیں۔

چند تنویری معیار ذیل میں درج کئے جاتے ہیں۔ لیکن یہ شرائط پورے طور پر کسی سے بھی پوری نہیں ہوتیں۔

معیاری بتی: سب سے پہلے جو نوری معیار استعمال کیا گیا وہ معیاری بتی تھا۔ اس کو برطانوی معیاری بتی بھی کہتے ہیں۔

قانون کی رو سے اس کی تعریف یوں کی گئی ہے:-

معیاری بتی سے مراد وہ بتی ہے جو فیل ماہی کی چربی سے بنی ہو، جس کا وزن $\frac{1}{6}$ پونڈ ہو، جس کا قطر $\frac{7}{8}$ انچ ہو، اور جو ۱۲۰ گرین فی گھنٹہ کے حساب سے جلے۔

اس معیار کی تنویری طاقت اتنی مستقل نہیں ہے کہ اس کو سائنس کے لئے معیار گردانا جائے۔ اس کی تنویری طاقت فضائی حالات کے ساتھ بدلتی ہے یعنی ہوا کی تپش، کاربن ڈائی آکسائڈ اور آبی بخار کی موجودگی وغیرہ کا اثر اس معیار پر پڑتا ہے۔ علاوہ ازیں بتی کے شعلہ کی درخشانی کا انحصار بتی کے طول اور اس کی شکل پر ہوتا ہے، چنانچہ "گل گیری" سے بہت کافی تغیر واقع ہو جاتا ہے۔ نیز شعلہ کی بلندی کبھی اس پر اثر انداز ہوتی ہے۔

بنابریں اس کے بجائے اب ہارکوٹ کا پنٹین لمپ استعمال کیا جاتا ہے۔ اس میں ہوا پنٹین کو پہنچائی جاتی ہے اور آمیزے کو ایک معیاری شعلہ میں جلایا جاتا ہے، جس میں شعلہ کی بلندی متعین ہوتی ہے۔ فضائی حالات کے تغیر پر تصحیح کی ضرورت ہوتی ہے۔

اس لمپ کی تنویری طاقت دس معیاری بتیوں کی تنویری طاقت کے مساوی ہوتی ہے۔ لیکن چونکہ اس کی تنویر بتی کی تنویر سے زیادہ مستقل ہوتی ہے اس لئے اسی کو بہ طور بین قومی معیار کے اختیار کر لیا گیا ہے۔

چنانچہ بین قومی بتی سے مراد وہ روشنی ہے جس کی تنویری طاقت ہارکورٹ کے پنٹین لمپ کی تنویری طاقت کا دسواں حصہ ہو۔

جرمنی میں ہفنری لمپ بہ طور معیار استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ایک خاص نمونے کا لمپ ہوتا ہے جس میں ایمایل ایسیٹیٹ جلاتے ہیں۔

ہفنری معیار = ۰.۹ بین قومی بتی۔

فرانس میں معیار کارسلی لمپ ہے۔ جس میں روغن کلزا جلایا جاتا ہے۔

کارسلی معیار = ۹.۶۲ بین قومی بتی۔

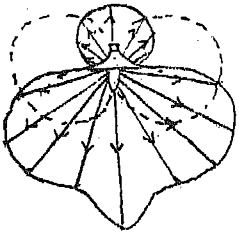
تجربہ خانوں میں جو معیار سب سے زیادہ سہولت کا باعث ہوتا ہے وہ برقی تابان لمپ ہے۔ ان معیاروں کے ساتھ ایک صداقت نامہ ہوتا ہے جس میں خاص حالات کے تحت ان کی بتی طاقت درج ہوتی ہے۔

بتی طاقت:۔ کسی لمپ کی بتی طاقت سے مراد کسی معیاری بتی کی رقموں میں اس کی تنویری طاقت کا اظہار ہے۔

مثلاً کسی لمپ کی تنویری طاقت معیاری بتی کی تنویری طاقت سے ۳۰ گنا ہو تو کہا جائے گا کہ لمپ ۳۰ بتی طاقت کا ہے۔

لیکن کسی نور کی تنویری طاقت کا انحصار اس سمت پر ہوتا ہے جس میں اس کو مشاہدہ کیا جائے۔ مختلف سمتوں میں نور کی حدت کے تغیر کو شکل ۱۶ میں دکھلایا گیا ہے جس میں تاباں گیسی شعلہ کی روشنی شیشے کے سائبان سے منعکس دکھلائی گئی ہے۔

شکل ۱۶



اس لئے ضروری ہے کہ کسی معین مستوی میں اوسط بتی طاقت کی پیمائش کی جائے۔

افقی مستوی میں اوسط تنویری طاقت کو

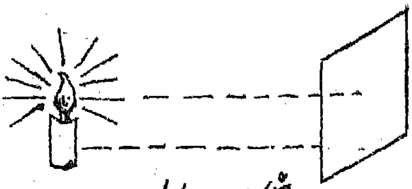
اوسط افقی بتی طاقت کہتے ہیں۔

یعنی کسی لیمپ کی اوسط افقی بتی طاقت سے مراد مرکز نور میں سے گزرتے ہوئے افقی مستوی میں جملہ سمتوں میں بتی طاقتوں کا اوسط ہے۔

فٹ بتی :۔ بتی طاقت تو تنویری طاقت کی اکائی ہے۔ اس لئے اس کا تعلق منبع نور سے ہے۔ لیکن کسی سطح کی حدت تنویر کے لئے دوسری اکائی کی ضرورت ہے جس کو فٹ بتی یا بتی فٹ کہتے ہیں۔

فٹ بتی سے مراد کسی سطح کے ایسے نقطہ پر حدت تنویر ہے جو ا بتی کے مبدء سے ا فٹ کے فاصلے پر، جبکہ اس نقطہ پر سطح شعاع نور کے علی القوائم ہو۔

چنانچہ شکل ۱۷ میں اگر مبدء نور م ا بتی طاقت کا ہے اور پردے ح ا ج سے ا فٹ کے فاصلہ پر ہے تو پردے کے نقطہ ح پر حدت تنویر ا فٹ بتی ہوگی۔



شکل ۱۷

اگر کسی سطح کا رقبہ ا مربع فٹ ہو اور اس سطح کا ہر نقطہ ا بتی کے مبدء نور سے ا فٹ کے فاصلے پر ہو تو سطح پر روشنی واقع ہوگی اس کو درخشش کہتے ہیں۔

لیکن یہ نام زیادہ مستعمل نہیں ہے۔

شکل عــ

میٹر بتی :۔ س۔گ۔ث نظام میں حدت تنویر کی اکائی میٹر بتی ہے۔

کسی سطح کی تنویر سے مراد نور کی وہ مقدار ہے جو فی ثانیہ فی مربع سم اس پر واقع ہو۔ رنگ یا سطح کی انعکاسی طاقت سے اس کو کوئی تعلق نہیں۔

عملاً سطح کی تنویر میٹر بتی میں پیمائش کی جاتی ہے۔

میٹر بتی سے مراد کسی سطح کے ایسے نقطے پر حدت تنویر ہے جو ا بتی کے

میدہ سے ۱ میٹر کے فاصلے پر ہو، جبکہ اس نقطے پر سطح شعاع نور کے علی القوائم ہو۔
مثلاً اگر تنویر ۵ میٹر بتی ہو تو اس کے یہ معنے ہوئے کہ سطح اتنی روشن ہے جتنی ۱ میٹر کے فصل سے ۵ بتیوں سے ہوتی۔
میٹر بتی کو رخش بھی کہتے ہیں۔ لیکن یہ نام زیادہ مستعمل نہیں۔
۱ میٹر بتی (رخش) = ۰٫۰۹۳ فٹ بتی (درخش)، ادرخش = ۱۰ رخش

فلکی مبادی نور سورج، چاند، ستارے چونکہ بہت دور دراز ہیں اس لئے ان کی تنویری طاقتیں بتی طاقت میں بیان نہیں کی جاتیں۔ اس کے بجائے کسی سطح پر جو تنویر ان سے پیدا ہوتی ہے اس کو فٹ بتیوں میں بیان کر دیتے ہیں۔
چنانچہ سورج کی روشنی = ۱۰،۰۰۰ فٹ بتی۔
بدر کامل " " = ۱

پس سورج چاند سے ۱ لاکھ گنا زیادہ روشن ہے۔ روشن ترین ستارہ کلب الجبار ہے۔ سورج اس کی روشنی سے کوئی ۱۷،۰۰،۰۰،۰۰،۰۰۰ (۱۷ ارب) گنا زیادہ روشنی پہنچاتا ہے۔ اس کا اندازہ لگایا گیا ہے کہ تمام ستاروں کی روشنی کا اثر بدر کامل کی روشنی کا سواں حصہ ہوتا ہے۔

عملی تنویر کمروں اور پبلک مقامات کی تنویر میں عملی اکائیاں فٹ بتی اور میٹر بتی استعمال کی جاتی ہیں۔
چنانچہ آرام دہ طریقہ پر پڑھنے کے لئے کسی کتاب کی تنویر ۳ فٹ بتی ہونا چاہیئے۔
پس اگر ۳۲ بتی طاقت کا لمپ استعمال کیا جائے تو اس کو کتاب سے اتنی بلندی پر ہونا چاہیئے کہ کتاب کی تنویر ۳ فٹ بتی ہو۔

پس $۳ = \frac{۳۲}{ف^۲}$ ∴ $ف^۲ = \sqrt{\frac{۳۲}{۳}}$ = ۳٫۳ فٹ

اس کے معنی یہ ہیں کہ حملہ روشنی لمپ سے آتی ہوئی مانی گئی ہے، مثلاً رات کے وقت لمپ باہر ہو۔ کمرے کے اندر روشنی کا بڑا حصہ کتاب تک براہ راست نہیں پہنچتا۔ بلکہ چھت اور دیواروں سے منعکس ہو کر آتا ہے۔ پس حدت تنویر کا انحصار زیادہ تر چھت اور دیواروں کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ تجربے سے معلوم ہوا ہے کہ چھت اور دیواروں سے منعکس روشنی کی مقدار راست روشنی کی مقدار سے ۲ تا ۴ گنا ہوتی ہے بلحاظ اس کے کہ چھت اور دیواریں تاریک ہیں یا روشن۔

چنانچہ پڑھنے کے کمرے میں اگر ہر دیوار ۱۵ × ۱۰ ہو تو ہر دیوار کا رقبہ = ۱۵۰ (فٹ^2) اور
۳ فٹ بتی کی تنویر کے لئے مطلوبہ بتی طاقت = ۱۵۰ × ۳ = ۴۵۰
اب یہ فرض کر کے کہ دیواریں وغیرہ سیاہ نہیں ہیں ہم کہہ سکتے ہیں کہ تنویر کا $\frac{1}{5}$ حصہ بلاواسطہ ہے اور $\frac{4}{5}$ بالواسطہ (انعکاس)۔ پس کمرے کے لئے لمپ کی مطلوبہ بتی طاقت = $\frac{۴۵۰}{۵}$ = ۹۰ بتی طاقت پس ۱۰۰ بتی طاقت کا ایک لمپ یا ۳۰ بتی طاقت کے تین لمپ مناسب ہوں گے۔ خوابگاہ کے لئے ۲ فٹ بتی کی تنویر کافی ہے۔ اس صورت میں مطلوبہ بتی طاقت = ۶۰ ہو گی۔ میٹر بتیوں میں پڑھنے کے کمرے کے لئے تنویر تقریباً ۳۰ میٹر بتی ہونا چاہیئے۔

مشقی سوالات

(۱) ایک چھوٹے گردی لمپ سے روشنی تمام سمتوں میں خارج ہوتی ہے۔ ایک سمر مربع کا ایک پردہ اس سے ۲۰۰ سمر کے فاصلہ پر رکھا جاتا ہے۔ اسی جسامت کا ایک دوسرا پردہ ۴۰۰ سمر کے فاصلے سے رکھا جاتا ہے۔ ہر دو پردوں پر جو توانائیاں پہنچتی ہیں ان کی نسبت دریافت کرو۔

یہاں $\frac{ح_۱}{ح_۲} = \frac{ف_۲^۲}{ف_۱^۲} = \frac{(۴۰۰)^۲}{(۲۰۰)^۲} = \frac{۱۶}{۴} = ۴$

(۲) بنسن ضیاء پیما سے دو مبادی نور کی حدتوں کا مقابلہ کرنے پر معلوم ہوا کہ پردے سے ایک روشنی ۴۰ سمر پر تھی۔ پھر پردے پر مساوی حدت تنویر پیدا کرنے کے لئے دوسری روشنی کو ۶۰ سمر پر رکھنا پڑا۔ اگر کمزور روشنی کی بتی طاقت ۱۶ ہے تو قوی تر روشنی کی بتی طاقت کیا ہو گی؟

$$\frac{\text{قوی روشنی کی بتی طاقت}}{\text{کمزور روشنی کی بتی طاقت}} = \frac{\text{پردے سے قوی روشنی کے فاصلہ کا مربع}}{\text{پردے سے کمزور روشنی کے فاصلہ کا مربع}}$$

یعنی $\frac{ط_۱}{ط_۲} = \frac{ف_۱^۲}{ف_۲^۲} = \frac{(۶۰)^۲}{(۴۰)^۲} = \frac{۳۶}{۱۶}$

$$\therefore \frac{ط_1}{۱۶} = \frac{۳۶}{۱۶}$$

$$\therefore ط_1 = ۳۶ \text{ بتی طاقت}$$

(۳) ۳۲ بتی طاقت اور ۸ بتی طاقت کی دو روشنیاں ایک ہی بلندی پر ہیں۔ ان کے درمیان فاصلہ ۱۰۰ سمر کا ہے۔ ان کے مرکزی خط کے کس نقطہ پر تنویر ایک ہی ہوگی ؟

فرض کرو کہ وہ نقطہ ۸ بتی طاقت کے مبدء سے لا سمر پر ہے تو

$$\frac{۸}{لا^2} = \frac{۳۲}{(۱۰۰ - لا)^2}$$

یعنی $۲۴لا^2 + ۱۶۰۰لا - ۸۰۰۰۰ = ۰$

پس لا = ۰ر۳۴ سمر یا لا = — ۸ر۱۰۶ سمر

اس سے معلوم ہوا کہ دی ہوئی شرطوں کو پورا کرنے والے دو نقطے ہیں۔ ایک نقطہ ۸ بتی طاقت کے مبدء سے ۰ر۳۴ سمر کے فاصلے پر دوسرے مبدء کی طرف ہے اور دوسرا نقطہ ۸ بتی طاقت کے مبدء سے ۸ر۱۰۶ سمر کے فاصلہ پر دوسرے مبدء سے مخالف جانب ہے۔

(۴) ایک مبدء نور سے ایک پردہ ۶ فٹ کے فاصلہ پر اس طرح رکھا گیا ہے کہ روشنی اس پر عماداً واقع ہوتی ہے۔ پھر وہ ۱۰ فٹ کے فاصلے تک ہٹا کر گھما دیا جاتا ہے۔ اب روشنی اس کی سطح پر ۶۰° پر مائل واقع ہوتی ہے۔ ہر دو صورتوں میں پردے کی تنویری حدتوں کا مقابلہ کرو۔

اگر تنویری حدتیں ح اور ح' ہوں تو

$$\frac{ح}{ح'} = \left(\frac{۱۰}{۶}\right)^2 \frac{\text{جم } ۰°}{\text{جم } ۶۰°} = \left(\frac{۵}{۳}\right)^2 \frac{۱}{\frac{۱}{۲}}$$

$$= \left(\frac{۵}{۳}\right)^2 \times ۲ = \frac{۵۰}{۹}$$

(۵) دو مبادی نور ا اور ب کے درمیان فاصلہ ۱۰ فٹ کا ہے۔ ان کی حدتوں میں نسبت ۴ اور ۹ کی ہے۔ تو ان کے ملانے والے خط کے کن نقطوں پر حدت تنویر ایک ہی ہوگی ؟

(۶) دو مبادی نور کی حدتوں میں نسبت ۹ اور ۱۶ کی ہے۔ تو ان کے درمیان کسی پردے پر ایک ہی حدت تنویر پیدا کرنا مقصود ہو تو پردے سے ان دونوں کے فاصلوں کی نسبت کیا ہوگی ؟

(۷) دو لیمپوں کی حدتوں کا مقابلہ چکنائی دار ضیا پیما سے کیا جاتا ہے۔ تعدیل اس وقت حاصل

ہوتی ہے جبکہ ایک لمپ ضیا پیما سے ۴۳ سمر کے فاصلے پر ہے اور دوسرا ۵۳ سمر پر۔ اس کے بعد لمپ بدل دیئے جاتے ہیں اور پھر تعدیل اس وقت حاصل ہوتی ہے جبکہ فاصلے ۵۰ اور ۷۷ سمر ہوں۔ دونوں لمپوں کی حدتوں میں نسبت کیا ہے؟

(۸) ایک ضیا پیما کے پردے سے ۴۸ بتی طاقت کا ایک لمپ ۸۰ سمر کے فاصلے پر ہے۔ ۲۴ بتی طاقت کا ایک دوسرا لمپ ۱۲۰ سمر کے فاصلے پر ہے۔ تو ۲۵ بتی طاقت کے ایک لمپ کو پردے کے لحاظ سے کہاں رکھنا چاہیئے کہ اس کے ہر دو جانب تنویر مساوی ہو؟

(۹) نامعلوم بتی طاقت کا ایک لمپ ۳۲ بتی طاقت کے ایک معیاری لمپ سے ۳۰۰ سمر کے فاصلے پر ہے۔ جتنی ضیا پیما سے جب مقابلہ کیا گیا تو ضیا پیما معیاری لمپ سے ۱۸۰ سمر پر تھا۔ تو نامعلوم بتی طاقت دریافت کرو۔

(۱۰) بدر کامل کی روشنی ایک پردے پر عموداً واقع ہوتی ہے۔ اس سے جو تنویر پیدا ہوتی ہے وہ وہی ہے جو ۴ فٹ کے فاصلے سے معیاری بتی سے پیدا ہوتی ہے۔ تو بدر کامل کی بتی طاقت دریافت کرو۔ اس کا فاصلہ زمین کے نصف قطر کا ۶۰ گنا ہے اور زمین کے نصف قطر کو ۴۰۰۰ میل مانو۔

(۱۱) ایک چھوٹا سا پردہ ایک بتی کے شعلہ سے ۴ فٹ کے فاصلے پر ہے۔ وہ اس طرح رکھا ہے کہ روشنی اس پر عموداً واقع ہوتی ہے۔ وہ پھر ۸ فٹ تک ہٹا کر رکھا دیا جاتا ہے۔ اب روشنی ۴۵° پر واقع ہوتی ہے۔ تو پردے کی تنویر اپنی ابتدائی قیمت کی کون سی کسر رہ گئی؟

(۱۲) ۱۰ سمر کے فاصلے سے ۱ بتی سے جو تنویر پیدا ہوتی ہے۔ اسی تنویر کو ۶۰ سمر کے فاصلہ سے کتنی بتیوں سے پیدا کیا جا سکتا ہے؟

(۱۳) ایک بڑے کمرے میں ۵۰ فٹ کی بلندی سے ۱۰۰ بتی طاقت کا ایک لمپ آویزاں ہے۔ اگر ۱۰۰ فٹ کی بلندی سے ۱۰۰۰ بتی طاقت کا ایک دوسرا لمپ آویزاں کیا جائے تو ہر دو لمپوں سے کمرے کے فرش پر جو تنویریں پیدا ہوں گی اُن کا مقابلہ کرو۔

(۱۴) سایہ دار ضیا پیما سے ایک تجربہ کیا گیا تو اس میں جو لمپ استعمال کیا گیا اس کی چمنی میلی تھی۔ اس لمپ کو جب ایک بتی کے مقابلہ میں رکھا گیا تو ضیا پیما سے اس کا فاصلہ ۱۰ سمر تھا۔ اس کے بعد چمنی صاف کر دی گئی۔ تو اسی بتی طاقت کی تعدیل کے لئے لمپ کو ضیا پیما سے اور ۲ سمر ہٹانا پڑا۔ دوران تجربہ بتی اپنی جگہ سے نہیں ہٹائی گئی۔ تو میلی چمنی نے کتنی فیصد روشنی جذب کی؟

چوتھا باب

انعکاس ـــــ مستوی سطح سے

تمہید جب کسی ایک واسطے ا سے کسی دوسرے واسطے ب میں نور کی کوئی شعاع چلتی ہے تو وہ بالعموم تین حصوں میں تقسیم ہو جاتی ہے :-

(۱) ایک حصہ، ایک خاص کلیہ کے تحت ب کی سطح سے ا میں واپس ہو جاتا ہے۔ یہ حصہ ب کی سطح سے منعکس سمجھا جاتا ہے۔

(۲) دوسرا حصہ ب میں گزر جاتا ہے۔ ب میں اس کا راستہ دوسرے کلیہ کے تحت معین ہوتا ہے۔ یہ حصہ ب میں منعطف مانا جاتا ہے۔

(۳) ایک تیسرا حصہ ب اور ا دونوں میں منتشر ہوتا یا بکھر جاتا ہے۔ یہ انتشار بے قاعدہ طریقے پر ہوتا ہے۔ روشنی جو اس طرح سے منتشر ہوتی ہے وہ سطح کو منور کر دیتی ہے اسی انتشار نور کی وجہ سے منور بالذات جسم کی موجودگی میں منور بالغیر اجسام کی سطحیں روشن ہو جاتی ہیں۔

جب روشنی کسی غیر شفاف جسم پر واقع ہوتی ہے تو روشنی کا کوئی حصہ اس میں منعطف یا منتشر نہیں ہوتا۔ اور منعکس یا منتشر حصوں کی نسبت کا انحصار جسم کی سطح کی نوعیت اور سطح کے زاویہ وقوع پر ہوتا ہے۔ سطح ناہموار اور کھردری ہو تو واقع روشنی کا بڑا حصہ منتشر ہو جاتا ہے۔ لیکن اگر سطح ملیس اور عمدہ پالش دار ہو تو تقریباً تمام روشنی منعکس ہو جاتی ہے۔ نیز سطح پر روشنی جتنی ترچھی واقع ہو گی منعکس روشنی کا تناسب اتنا ہی زیادہ ہو گا۔ چونکہ ہر سطح واقع روشنی کو منتشر کرنے کے بعد ہی نظر آتی ہے اس لئے معلوم

ہوا کہ کامل طور پر انعکاس انگیز سطح غیر مرئی ہوگی یعنی نظر نہ آئے گی۔ دُنیا خارج میں کسی ایسی سطح کا وجود پایا نہیں جاتا۔

آیئنے | ہر اچھی انعکاس انگیز سطح کو آئینہ کہتے ہیں۔ لیکن عام طور پر اس اصطلاح کا استعمال ایک خاص ہندسی شکل کی مجلا سطحوں پر کیا جاتا ہے۔ چنانچہ آیئنے مستوی، کروی، اسطوانہ نما وغیرہ ہوتے ہیں۔

قدیم زمانے میں جو آئینے بنتے تھے وہ دھات کو مجلا کر کے بنائے جاتے تھے۔ اس قسم کے عاکس اب بھی مناظری اغراض کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں۔

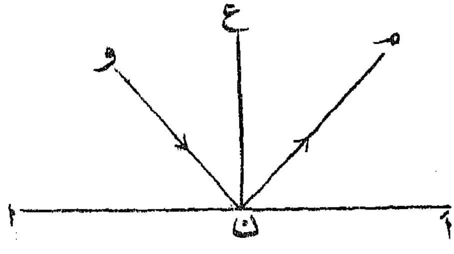
معمولی مستوی آئینہ شیشے کی ایک پٹی پر مشتمل ہوتا ہے جس کی پشت پر چاندی چڑھا دی جاتی ہے۔ چاندی کی سطح ہی انعکاس انگیز سطح ہوتی ہے۔

۱۸۴۰ء تک شیشے کے تمام آئینوں پر پارے اور قلعی کا ملغم چڑھایا جاتا تھا لیکن اس کے بعد سے یہ طریقہ متروک ہوگیا اور اب چاندی چڑھائی جاتی ہے۔ سلور نائٹریٹ کے محلول سے شیشے پر چاندی چڑھائی جاتی ہے۔ اس کے دو طریقے ہیں۔ ایک گرم طریقہ ہے جس میں ٹارٹرک ترشہ استعمال کرتے ہیں اور ایک سرد طریقہ ہے جس میں شکر اور سرکہ استعمال کرتے ہیں۔ سطح کے خشک ہونے پر اس کو مرکری سائناٹڈ کے ہلکائی محلول سے برش کر دیتے ہیں اور پھر اس کے بعد حفاظت کے خیال سے سیندور کی ایک تہ چڑھا دیتے ہیں۔

آجکل سائنس کے اغراض کے لئے چاندی کی قلعی کے آیئنے استعمال کئے جاتے ہیں۔ ان کی صورت یہ ہے کہ مطلوبہ ہندسی شکل کے شیشے کی سطحیں لے کر ان کے سامنے کے رُخ پر چاندی چڑھا دی جاتی ہے جس پر بہت عمدہ جلا کر دی جاتی ہے۔

اصطلاحات | شکل ۱۸ میں

ا ا = انعکاس انگیز سطح
ن = نقطۂ وقوع
و ن = شعاع واقع
ن ع = عماد
ن م = شعاع منعکس



شکل ۱۸

و ن ع = زاویہ وقوع
ع ن م = زاویہ انعکاس
(ن و، ع ن) = وقوعی مستوی
(ع ن، ن م) = انعکاسی مستوی

اس سے حسب ذیل تعریفات حاصل ہوئیں۔

عماد:۔ کسی انعکاس انگیز سطح کے کسی نقطہ پر عماد سے مراد وہ خط ہے جو اس نقطہ پر سطح کے مماسی مستوی کے علی القوائم کھینچا گیا ہو۔

اگر سطح مستوی ہے تو کسی نقطہ پر عماد سطح کے علی القوائم ہوگا۔ اور اگر سطح کروی ہے تو عماد اس نقطہ تک نصف قطر پر منطبق ہوگا۔

زاویۂ وقوع:۔ کسی واسطے کی سطح پر واقع ہونے والی شعاع کا زاویہ وقوع وہ زاویہ ہے جو شعاع کی سمت اور نقطہ وقوع پر سطح کے عماد کے درمیان بنے۔

شعاع واقع اور سطح کے درمیان جو زاویہ بنتا ہے وہ اس زاویہ کا تتمہ ہوتا ہے۔

وقوعی مستوی:۔ وقوعی مستوی سے مراد وہ مستوی ہے جو عماد اور شعاع واقع میں سے گزرے۔

زاویۂ انعکاس:۔ زاویہ انعکاس سے مراد وہ زاویہ ہے جو شعاع منعکس نقطہ وقوع پر عماد کے ساتھ بنائے۔

شعاع منعکس اور سطح کے درمیان جو زاویہ بنتا ہے وہ اس زاویہ کا تتمہ ہوتا ہے۔

انعکاسی مستوی:۔ انعکاسی مستوی سے مراد وہ مستوی ہے جو عماد اور شعاع منعکس میں سے گزرے۔

شعاع نور کی انقلاب پذیری

شکل ۱۸ سے ایک اصول کی توضیح ہوتی ہے جس کو اصول انقلاب پذیری شعاع نور کہتے ہیں۔ اس کو لفظوں میں یوں بیان کیا جا سکتا ہے۔

اگر کسی ذریعہ سے روشنی ف پر رکھے ہوئے مبدء سے چل کر نقطہ ص تک پہنچ جائے تو ص پر مبدء رکھ دینے سے روشنی اسی راستے واپس ہو کر ف تک پہنچ جائے گی۔

کلیات انعکاس

جب روشنی کی ایک شعاع کسی انعکاس انگیز سطح پر واقع ہوتی ہے تو اس کا انعکاس حسب ذیل دو کلیوں کے تحت عمل میں آتا ہے :۔

پہلا کلیہ :۔ زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس مساوی ہوتے ہیں۔
دوسرا کلیہ :۔ وقوعی اور انعکاسی مستوی ایک ہی ہوتے ہیں۔

ان کلیوں کو یوں بھی بیان کیا جا سکتا ہے :۔
پہلا کلیہ :۔ شعاع واقع اور شعاع منعکس نقطہ وقوع پر سطح کے عماد کے ساتھ مساوی زاویئے بناتی ہیں۔
دوسرا کلیہ :۔ شعاع واقع، شعاع منعکس، اور نقطہ وقوع پر سطح کا عماد ایک ہی مستوی میں واقع ہوتے ہیں، اور ہر دو شعاع عماد کے ایک ایک جانب واقع ہوتی ہیں :۔

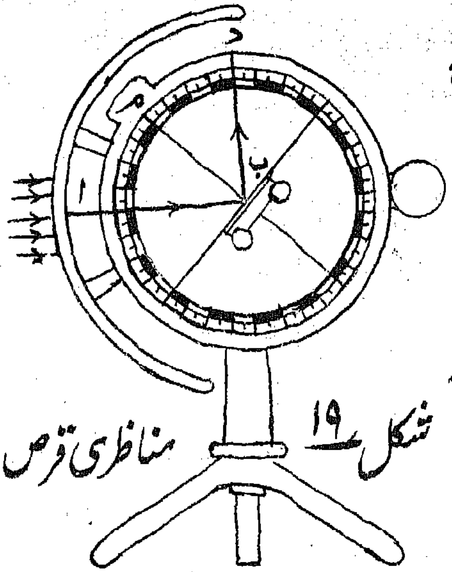
ان دونوں کلیوں کو ایک ہی کلیہ کی صورت میں یوں بیان کیا جا سکتا ہے :۔
وقوع اور انعکاس کے زاویئے ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں اور ایک دوسرے کے مساوی ہوتے ہیں۔
چنانچہ شکل ۲۲ میں و ن ع = ع ن م

کلیات انعکاس کی تصدیق

(۱) مناظری قرص :۔ متعدد مناظری کلیات کی توضیح کے لیئے ایک بہت کارآمد آلہ مناظری قرص ہے۔ (شکل ۲۳)
روشنی کی ایک شعاع شگاف ا سے چل کر مستوی آئینے ب پر واقع ہوتی ہے۔ یہ آئینہ ایک درجہ دار دائرے کے ساتھ نصب ہے جس کو ب پر ایک محور کے گرد گردش دی جا سکتی ہے۔ اس سے زاویہ وقوع ا ب د بدلا جا سکتا ہے۔ اور اس کی قیمت دائری پیمانے پر پڑھی جا سکتی ہے۔
شعاع منعکس راستہ ب ی اختیار کرتی ہے۔ زاویہ انعکاس م ب ی پیمانہ پر پڑھا جا سکتا ہے۔
تجربہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ ہر صورت میں زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس باہم

مساوی ہیں۔ واضح رہے کہ دوسرا کلیہ براہ راست تجربہ کے ذریعہ ثابت کرنا مشکل ہے۔

ان ہر دو کلیوں کا سب سے بڑا ثبوت یہی ہے کہ یہ کلیے تجربے سے ثابت ہیں اور ان کلیوں سے جو نتائج ہم اخذ کرتے ہیں تجربہ اُن کی تغلیط نہیں کرتا۔ علاوہ ازیں نور کا موجی نظریہ بھی ان کی تائید کرتا ہے۔

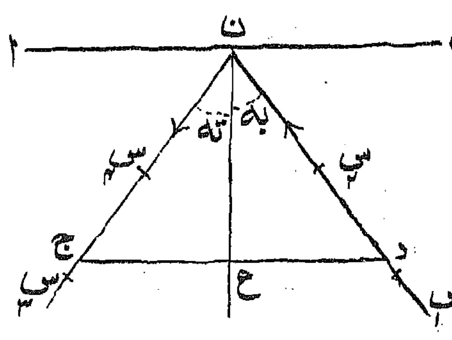


شکل ۱۹ مناظری قرص

(۲) سوئیوں کا طریقہ

نقشہ کشی کے کاغذ کے ایک تختے کو چوبی تختہ پر لگاؤ۔ اس پر آئینہ کی ایک پٹی رکھو، جس کا مستوی انتصابی رہے۔ آئینہ کو قائم رکھنے کے لئے لکڑی کا ایک بلاک استعمال کرو جس میں انتصابی نالی بنی ہو۔ آئینہ کو اچھے شیشے کا ہونا چاہیئے اور جہاں تک ہو سکے آئینہ کو پتلا ہونا چاہیئے اگر ممکن ہو تو ایسا آئینہ استعمال کرو جس کے سامنے والے رُخ پر چاندی کی قلعی ہو۔

کاغذ پر ایک خط کھینچو جو انعکاس انگیز سطح کا نشان ہو۔ تختہ پر دو سوئیاں کسی دو مقام مثلاً س۱، س۲ (شکل ۲۰) پر لگاؤ۔ آئینہ میں دیکھنے پر ان ہر دو سوئیوں کے خیال نظر آئیں گے۔ اب دیکھنے کے لئے ایسی وضع منتخب کرو کہ دونوں خیال ایک ہی خط پر نظر آئیں۔ پھر دو اور سوئیاں س۳، س۴ ان خیالوں کی سیدھ میں رکھو۔



شکل ۲۰

س۱، س۲ کو تقریباً ۱۰ یا ۱۵ سمر

کے فصل سے ہونا چاہیئے۔ س، س میں بھی ایسا ہی فصل ہو۔ توخط س، س شعاع واقع کا نشان ہوگا اور س، س شعاع منعکس کا۔

اگر تختہ پر آئینہ علی القوائم ہے تو س، س کے پائے س، س کے پایوں کے ساتھ ایک غیر شکستہ خط میں ہونا چاہئیں۔ کیونکہ اس صورت میں آئینہ کا عماد تختہ کے مستوی میں ہوگا اور انعکاس کے دوسرے کلیہ کی رو سے شعاع واقع، عماد اور شعاع منعکس کو ایک ہی مستوی میں ہونا چاہیئے۔

فرض کرو کہ شعاع س، س اور س، س آئینہ کے نقطہ ن پر ملتی ہیں۔ ن پر آئینہ کا عماد ن ع کھینچو۔ ہر دو شعاعوں پر مساوی فاصلے ن ج، ن د تقریباً۔ اسکو چاندے سے زاویوں ج ن ع اور د ن ع کی پیمائش کرو۔

اگر ج ع = د ع تو Δ ج ن ع = Δ د ن ع ہر لحاظ سے۔

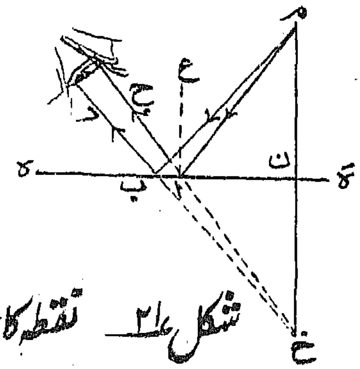
اور د ن ع = ج ن ع۔

ج ع اور د ع کی پیمائش کرکے نتائج درج کرو۔

کلیہ کی تصدیق کے لئے نقطہ وقوع مختلف مقامات پر لو۔ اور ہر صورت میں دکھلاؤ کہ زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس تقریباً مساوی ہیں۔

اگر آئینہ موٹا ہوگا تو س، س، س س ایسے نقطے پر ملیں گے جو سامنے والے رخ سے بقدر ۲/۳ آئینہ کی دبازت کے پیچھے واقع ہوگا۔ جہاں دو خطوط متقاطع ہوں وہاں انعکاس انگیز سطح کو لینا چاہیئے۔

نقطہ کا خیال حقیقی خیال
مجازی خیال



شکل ۲۱ نقطہ کا خیال

فرض کرو ہ ہَ = مستوی آئینہ کی تراش، جو کاغذ کے مستوی کے علی القوائم ہے۔ (شکل ۲۱)
م = ایک منور نقطہ یعنی

مبدء نور

م ا = م سے آئینہ تک ایک شعاع ا ج = شعاع کی سمت بعد انعکاس۔

ا پر آئینہ کا عماد ا ع کھینچو۔ اور م ن آئینہ ہ ہَ پر عمود گراؤ۔ م ن اور ج ا کو خارج کرو یہاں تک کہ وہ خ پر ملیں۔

∆ ا م ن اور ∆ ا خ ن میں

ا ن مشترک ہے، ∠ ا ن م = ∠ ا ن خ = قائمہ، اور ∠ م ا ن = ∠ خ ا ن

کیونکہ ∠ ع ا ن = قائمہ اور ع ا ناصف ہے ∠ ج ا م کا۔

∴ ∆ ا م ن = ∆ ا خ ن

∴ م ن = خ ن

پس نقطہ خ معین ہوگیا اور م ا کی سمت سے اس کو کوئی تعلق نہ رہا۔

اگر ہم کوئی دوسری شعاع م ب کھینچیں تو بعد انعکاس اس کی سمت ب د ہونا چاہیئے اور اس کو بھی خ میں سے گزرنا چاہیئے۔

پس جتنی شعاعیں م سے نکلتی ہیں وہ بعد انعکاس ج د سے دیکھنے پر خ سے آتی معلوم ہوتی ہیں۔ بنا برین نقطہ خ نقطہ م کا خیال کہلاتا ہے۔

خیال دو طرح پر ہو سکتے ہیں حقیقی یا مجازی۔ ان کی تعریف یوں کی جا سکتی ہے:۔

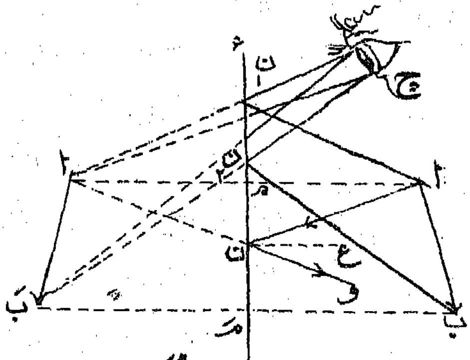
(۱) جب کسی نقطہ سے منتشر ہونے والے خطوط نور کی ایک پنسل کسی دوسرے نقطہ پر مستدق کی جاتی ہے تو اس دوسرے نقطے کو پہلے نقطہ کا حقیقی خیال کہتے ہیں۔

(۲) جب کسی نقطہ سے منتشر ہونے والے خطوط نور کی ایک پنسل کسی دوسرے نقطہ سے منتشر ہوتی نظر آتی ہے، تو اس دوسرے نقطے کو پہلے نقطہ کا مجازی خیال کہتے ہیں۔ شکل ۲۱ میں نقطہ خ مجازی خیال ہے۔

حقیقی اور مجازی خیالوں میں اصلی فرق یہ ہے کہ حقیقی خیال کو ہم ایک پردے پر دکھلا سکتے ہیں لیکن مجازی خیال کو نہیں دکھلا سکتے۔ تقابلے میں جو خیال بنتے ہیں وہ حقیقی ہوتے ہیں۔

مستوی آئینے میں منور شے کا خیال

فرض کرو کہ (شکل ۲۲)



شکل ۲۲

ا ب = ایک منور شخص
ء ءَ = ایک آئینہ جس کے سامنے شخص ہے۔
حسب سابق ا کا خیال اَ پر بنتا ہے، اس طرح کہ ا م اَ علی القوائم ہے ء ءَ کے اور اَ م = ا م

اسی طرح ب کا خیال بَ پر بنتا ہے اس طرح کہ ب مَ بَ علی القوائم ہے ء ءَ کے اور بَ مَ = ب مَ

ا اور ب کے درمیان شخص کے بقیہ نقطوں کے خیال بھی اَ اور بَ کے درمیان بنیں گے۔ اس طرح شخص ا ب کا پورا خیال اَ بَ پر دکھائی دے گا۔

یہاں پر مناسب معلوم ہوتا ہے کہ مستوی آئینہ میں جو خیال بنتا ہے اس کے حاصل کرنے کا ایک عام قاعدہ بیان کر دیا جائے تاکہ ہر صورت میں خیال حاصل ہو سکے۔ واضح رہے کہ اس قاعدہ کا اطلاق کروی آئینوں پر بھی ہوتا ہے۔

اس کا انحصار اس اصول پر ہے کہ کسی دو منعکس شعاعوں کے تقاطع سے اس نقطہ کا خیال حاصل ہوتا ہے جس سے وہ شعاعیں منتشر ہوتی ہیں یا منتشر ہوتی معلوم ہوتی ہیں۔

مستوی آئینوں کے لئے جو شعاعیں منتخب کی جاتی ہیں وہ ا م (شکل ۲۲) بسمت عماد آئینہ اور کسی سمت میں کوئی شعاع مثلاً ا ن ہیں۔ شعاع ا م اپنے ہی راستہ پر منعکس ہوتی ہے اور شعاع ا ن سمت ن ف اختیار کرتی ہے، اس طرح کہ زاویہ انعکاس و ن ع = زاویہ وقوع ا ن ع

اور اَ کا خیال اَ پر بنتا ہی جو منعکس شعاعوں م ا اور ف ن کا تقاطع ہے۔ اسی طرح

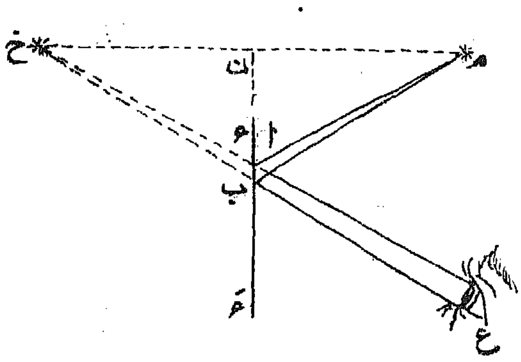
نقطہ ب کا خیال بنتا ہے۔ درمیانی نقطوں کے خیال خط اَ بَ پر بنتے ہیں۔ اس طرح اَ بَ خیال ہے ا ب کا۔

جب خیال کی شکل زیادہ پیچیدہ ہو تو اس پیچیدہ خیال کی تعیین کے لئے متعدد نقطوں کا خیال لینے کی ضرورت ہوتی ہے۔

اگر آئینے کے سامنے ج پر آنکھ ہو تو وہ خیال اَ بَ کو اس روشنی سے دیکھتی ہے جو آئینے کے حصے ن ۱ ن ۲ سے منعکس ہوتی ہے اور محدد شعاعوں کا راستہ خطوط ا ن ۱ ج اور ب ن ۲ ج سے ظاہر کیا گیا ہے۔

اس سے ظاہر ہے کہ کسی خیال کے ایک نقطہ کو دکھائی دینے کے لئے ضروری ہے کہ آنکھ سے اس نقطہ کو ملانے والا خط آئینہ کی سطح کو قطع کرے۔ اور سطح کا وہ حصہ جس پر بعد انعکاس خیال دکھائی دیتا ہے ایسا ہوتا ہے جو ایسے مخروط سے قطع ہو جس کے راس پر آنکھ ہو اور جس کا قاعدہ خیال ہو۔

خیال دکھلانے والی شعاعوں کا راستہ



شکل ۲۳

فرض کرو کہ ع عَ = ایک آئینہ۔ (شکل ۲۳)
م = ایک منور نقطہ
خ = اس کا خیال آئینہ میں
ع = آنکھ کا محل۔
خ کو آنکھ کے دونوں کناروں سے ملاؤ۔

فرض کرو کہ ملانے والے خطوط آئینے کو نقاط ا، ب پر قطع کرتے ہیں م ا، م ب کو ملاؤ۔

تو خطوط م ا ع اور م ب ع اس پنسل کو معین کرتے ہیں جس سے خ نظر آتا ہے۔

کسی منور شخص کے خیال کا ہر نقطہ اسی طرح دکھائی دیتا ہے۔ چنانچہ شکل ۲۲ میں یہ کیفیت دکھلائی گئی ہے۔

اس سلسلے میں یہ سوال پیدا ہوتا ہے کہ آئینہ کے لحاظ سے کسی شخص کا محل کہاں ہونا چاہیئے "تاکہ آئینہ میں اس کا خیال بن سکے۔

حسب شکل ۲۳ اگر ع ع آئینہ ہے اور م ایک نقطہ ہے جو ع ع سے گزرنے والے مستوی کے سامنے کہیں رکھ دیا گیا ہے تو م کا خیال خ پر بنےگا اس طرح کہ م و خ مستوی پر عماد ہوگا اور م ف = ف خ۔ اس کا ثبوت شکل ۲۲ کے تحت گزر چکا ہے۔ اور شکل میں ضروری عمل دکھلا دیا گیا ہے۔

اس سے واضح ہوگیا کہ آئینہ میں خیال بننے کے لئے شخص کو آئینہ کے مستوی کے سامنے کسی مقام پر ہونا چاہیئے۔ لہٰذا آئینہ کا چھوٹا یا بڑا ہونا خیال بننے کو مانع نہیں ہے۔

پہلوی انقلاب جب ہم کسی آئینے میں اپنے چہرے کا خیال دیکھتے ہیں تو ہم کو معلوم ہے کہ ہماری داہنی آنکھ خیال کی بائیں آنکھ ہوتی ہے۔ اور ہماری بائیں آنکھ اس کی داہنی ہوتی ہے۔ یہ انعکاس کا ایک خاص نتیجہ ہے جس کو پہلوی انقلاب کہتے ہیں۔

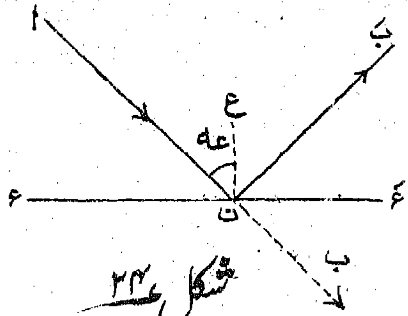
اس کا اثر متشاکل اشیا پر نہیں پڑتا، لیکن غیر متشاکل اشیا مثلاً لکھے یا چھپے حروف پر اس کا اثر بہت مشہور و معروف ہے۔

مستوی آئینے میں جو خیال بنتا ہے وہ معکوس یا الٹا نہیں ہوتا۔ یعنی اوپر کا حصہ نیچے اور نیچے کا حصہ اوپر نظر نہیں آتا۔ بلکہ صرف داہنے اور بائیں حصے بدل جاتے ہیں۔ اس لئے ایسے خیال کو، جو معکوس نہ ہو لیکن پہلوی انقلاب رکھتا ہو، مبدل خیال کہتے ہیں۔

انعکاس سے انحراف جب نور کی کوئی شعاع اپنے اصلی راستے سے ہٹا دی جاتی ہے تو کہتے ہیں کہ اس میں انحراف واقع ہوگیا۔ اور شعاع کی ابتدائی اور آخری سمتوں میں جو زاویہ بنتا ہے اس کو زاویہ انحراف کہتے ہیں۔

کسی مستوی سطح سے یک انعکاس جو انحراف پیدا ہوتا ہے اس کی پیمائش آسانی کی جا سکتی ہے۔

فرض کرو کہ (شکل ۲۴)



شکل ۲۴

ع عَ = ایک آئینہ کی سطح

ا ن = شعاع واقع

ن ع = عماد

عہ = زاویہ وقوع

توچونکہ شعاع کی ابتدائی سمت ا ب ہے

اور ” ” آخری سمت ن بَ ہے

∴ زاویہ انحراف = ب ن بَ = ۱۸۰ - ا ن بَ

= ۱۸۰ - ۲ عہ = π - ۲ عہ

اگر دو مرتبہ انعکاس واقع ہو تو آخری انحراف ہر دو انعکاس پر انحرافوں کا مجموعہ ہوگا۔

پس اگر عہَ = دوسرے انعکاس پر زاویہ وقوع

تو کامل انحراف = (π - ۲ عہ) + (π - ۲ عہَ)

= ۲π - ۲ (عہ + عہَ)

بشرطیکہ اس تمام مدت میں شعاع ایک ہی مستوی میں رہے۔

اگر تہ = انعکاس انگیز سطحوں کے درمیان زاویہ۔

تو تہ = عہ + عہَ (اس قسم کے ثبوت کے لئے دیکھو منشور کا بیان)

پس دو انعکاسوں کے لئے

انحراف = ۲π - ۲ تہ

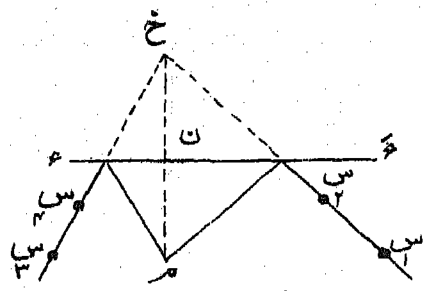
اس سے یہ نتیجہ نکلا کہ اگر کوئی شعاع دو مرتبہ منعکس ہوتی ہے تو اس میں مستقل مقدار کا ایک انحراف پیدا ہوتا ہے جس کا انحصار صرف انعکاس انگیز مستوی سطحوں کے درمیانی زاویے پر ہوتا ہے۔

انعکاس پر تجربے

(۱) خیال کا محل:- شکل نمبر ۲۰ والے تجربہ کی طرح چوبی تختے پر کاغذ لگا کے ایک خط ع عَ کھینچو۔ اور آئینے کو اس خط پر رکھو۔ پھر آئینے کے سامنے ایک مقام ص پر ایک سوئی کھڑی کرو (شکل نمبر ۲۵) آئینے کے داہنی طرف سے دیکھو اور ایک آنکھ بند کر کے دیکھو۔ پھر دو سوئیاں

س۱، س۲ ایسی لگاؤ کہ وہ م کے خیال کی سیدھ میں ہو۔ اسی طرح آئینے کے بائیں طرف سے دیکھو اور سوئیاں س۳، س۴ نصب کرو۔

آئینے اور سوئیوں کو ہٹا کر سوئیوں کے مقاموں پر پنسل سے نشان کرو۔



شکل ۲۵

پھر س۱، س۲ اور س۳، س۴ کو ملاؤ۔ خطوط کو خارج کرو یہاں تک کہ وہ خ پر ملیں۔ م، خ کو ملاؤ تاکہ وہ ع عَ کو ن پر قطع کرے۔

پیمائش کرکے دکھلاؤ کہ خ ن = ن م اور خ م ⊥ ع عَ

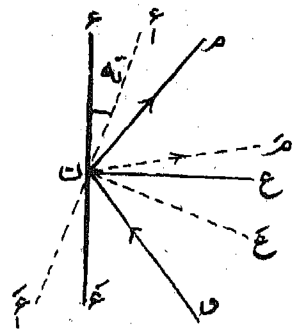
(۳) خیال کا محل اختلاف منظر سے :- حسب سابق ایک خط ع عَ کھینچو۔ اس کے علی القوائم ایک خط م خ کھینچو۔ ع عَ پر ایک آئینہ رکھو اور م پر ایک سوئی۔ پھر آئینے کے پیچھے ایک لمبی سوئی خط م خ پر اسی طرح رکھو کہ آئینہ میں م کا خیال اور یہ لمبی سوئی تسلسل میں نظر آئیں۔ یہ کیفیت اس وقت پیدا ہوگی جب کہ لمبی سوئی خ پر ہوگی۔ اگر لمبی سوئی کسی اور مقام پر ہوگی تو اختلاف منظر ہوگا یعنی م کے خیال اور لمبی سوئی کے درمیان اضافی حرکت ہوگی پس لمبی سوئی کو خط م خ پر حرکت دینے سے وہ مقام معلوم ہوسکتا ہے۔ جہاں اختلاف منظر نہ ہو۔ وہی مقام خ ہے پیمائش سے ثابت کرو کہ ن خ = م ن۔

آئینہ ایسا بھی لیا جاتا ہے جو نیچے سے کٹا ہوا ہو۔ اس صورت میں م کے خیال اور پیچھے والی سوئی کا نیچے کے حصہ میں اختلاف منظر نہ ہونا چاہیئے۔

مستوی آئینے کی گردش | اگر کوئی شعاع کسی آئینے پر واقع ہو اور آئینے کو کسی زاویے میں گردش دی جائے، تو منعکس شعاع آئینے کے طے کردہ زاویے سے دُگنے زاویے میں گھوم جائے گی۔

فرض کرو کہ شکل ۲۶

ع ع = ایک آئینہ کا نشان، جو کاغذ کے مستوی کے علی القوائم نصب ہے۔



شکل ۲۶

ن = نقطہ وقوع

ن ع = " " پر عماد

ن و = شعاع واقع

ن م = " منعکس

عَ عَ = آئینہ کی وضع بعد گردش

ع ن عَ = تہ = زاویہ گردش

ن عَ = عَ عَ پر عماد

ن مَ = شعاع منعکس کی نئی وضع

م ن مَ = بہ = شعاع منعکس کا طے کردہ زاویہ

تو ع ن عَ = تہ = عَ ن ع = و ن ع − و ن عَ

= ½ و ن م − ½ و ن مَ = ½ (و ن م − و ن مَ)

= ½ مَ ن م = ½ بہ

∴ تہ = ½ بہ یا بہ = ۲ تہ

اگر وقوع عماد ہی لیا جائے تو یہ نتیجہ بہت آسانی سے نکل آتا ہے۔ عملی طور پر بھی سوئیوں کے ذریعہ سے اس نتیجہ کی تصدیق کی جا سکتی ہے۔

اطلاقات | مسئلہ بالا ایک آلے کی بنیاد ہے، جس کو آلہ سدس کہتے ہیں اس کا مفصل بیان مناظری آلات میں ملے گا۔

علاوہ ازیں اس اصول کو چھوٹے چھوٹے زاویوں کی پیمائش کے کام میں لاتے ہیں۔ مثلاً فرض کرو کہ ہم ایک چھوٹی سی مقناطیسی سوئی کی گردش پیمائش کرنا چاہتے ہیں۔ ہم اس سوئی میں ایک لمبا نمائندہ لگا سکتے ہیں جس کا دوسرا سرا کسی پیمانہ پر حرکت کرے۔ لیکن نمائندہ کی وجہ سے سوئی کا وزن بڑھ جائے گا، حرکت کے خلاف اس کی مزاحمت میں اضافہ ہو جائے گا؛ اس طرح طے کردہ زاویہ گھٹ جائے گا اور اگر نمائندہ ہلکا اور پتلا لیا جائے تو اس کے خمیدہ ہو جانے کا اندیشہ رہتا ہے۔ لیکن اگر

شعاع نور کو بطور نمائندہ استعمال کیا جائے تو کوئی دقت واقع نہیں ہوتی، کیونکہ نہ تو اس میں وزن ہے اور نہ وہ خمیدہ ہوتی ہے۔

شعاع نور کو دو طریقوں پر استعمال کرتے ہیں۔ پہلے طریقے میں مقناطیس میں ایک آئینہ لگا دیا جاتا ہے، جو بالعموم مقعر ہوتا ہے، اور کسی ساکن لمپ سے روشنی آئینہ پر ڈالی جاتی ہے۔ روشنی منعکس ہو کر ایک نیم شفاف پیمانہ پر پڑتی ہے جو لمپ کے اوپر یا نیچے اسی ایستادہ پر ہوتا ہے۔ جب آئینہ گردش کرتا ہے، تو شعاع بھی گردش کرتی ہے اور پھر روشنی پیمانے پر حرکت کرتی ہے۔ یہ طریقہ تاریک کمرے میں کام میں لایا جاتا ہے۔

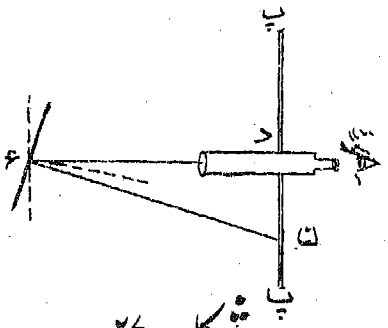
اس طریقہ کو خارجی طریقہ کہتے ہیں۔ تجربہ خانوں میں یہ طریقہ اکثر و بیشتر استعمال کیا جاتا ہے۔

دوسرے طریقہ میں ایک دوربین آئینے پر لگائی جاتی ہے اور پیمانہ پر اس کی تمثیک کی جاتی ہے جیسا کہ شکل ۲۷ میں دکھلایا گیا ہے۔

اس شکل میں د = دوربین

ب پ = پیمانہ

ع = آئینہ جو گردش کر چکا ہے



شکل ۲۷

چونکہ ن سے چل کے روشنی آئینہ سے منعکس ہوتی ہے اور پھر دوربین میں داخل ہوتی ہے، اس لئے دوربین میں دیکھنے پر ت کا نشان میدان نظر کے وسط میں دکھائی دیتا ہے۔ اب اگر آئینہ آہستہ آہستہ گردش کر کے دوربین کے محور کے علی القوائم وضع اختیار کرلے تو ت سے لے کر د تک پیمانہ کے نشانات یکے بعد دیگرے میدان نظر میں آتے جاتے ہیں۔ اور میدان کے مرکز کی خواندگی سے پھر انحراف معلوم ہو سکتا ہے۔

اس طریقہ کے لئے تاریک کمرے کی ضرورت نہیں ہے۔ یہ دن کی روشنی میں کام دیتا ہے۔ پیمانہ پر جو فاصلہ ت د پیمائش ہوگا وہ مس د ع ن کے متناسب ہوگا۔ کیونکہ فاصلہ د ع مستقل ہے۔ نیز ف ع ن آئینہ کے زاویہ گردش کا دگنا ہے۔

پس د ن ∝ مس [۲ (آئینہ کا زاویہ انصراف)]

لیکن اس قسم کے زاویئے چونکہ بالعموم چھوٹے ہی ہوتے ہیں اس لئے قوسی پیمانہ میں زاویہ اور مماس

مساوی لئے جا سکتے ہیں۔

$$\therefore \frac{د ن}{د ع} = ۲ (د ع ن)$$

$$\therefore د ع ن = \frac{د ن}{۲ د ع}$$

چونکہ د ن اور د ع دونوں کی پیمائش صحت کے ساتھ ہو سکتی ہے اس لئے زاویہ آسانی سے دریافت ہو جاتا ہے۔ اس طریقہ کو پاگنڈارف کا طریقہ یا داخلی طریقہ کہتے ہیں۔

مائل مستوی سطحوں سے انعکاس

خاص صورتوں کا ذکر کرنے سے پہلے مناسب معلوم ہوتا ہے کہ وہ عام اصول بیان کر دئے جائیں جو جملہ صورتوں پر عائد ہوتے ہیں۔

فرض کرو کہ ایک شخص ا ایک دوسرے سے مائل دو آئینوں ع، ع کے درمیان رکھا ہے۔ تو ہر آئینہ ا کا ایک خیال پیدا کرے گا۔ اگر ع سے بنا ہوا خیال ع کے سامنے ہو یعنی اس مستوی کے سامنے جس میں خود یہ آئینہ ہے تو اس خیال کا ایک خیال ع میں بنے گا۔ اسی طرح سے ع سے بنا ہوا خیال ع کے سامنے ہو تو اس خیال کا ایک خیال ع میں بنے گا۔ یہ خیال دوسرے رتبے کے کہلاتے ہیں۔ ٹھیک اسی طریقہ پر ان خیالوں سے تیسرے رتبے کے خیال حاصل ہو سکتے ہیں، وعلیٰ ہذا۔ خیال کا یہ تکثر اس وقت رک جاتا ہے جب کوئی جفت دونوں آئینوں کی عقبی جگہ میں بنتا ہے، یعنی اس زاویئے کے اندر جو اس راسی زاویئے کے مساوی ہوتا ہے جس میں خود شخص موجود ہے۔

اب ہم چند خاص صورتوں کا ذکر کرتے ہیں۔

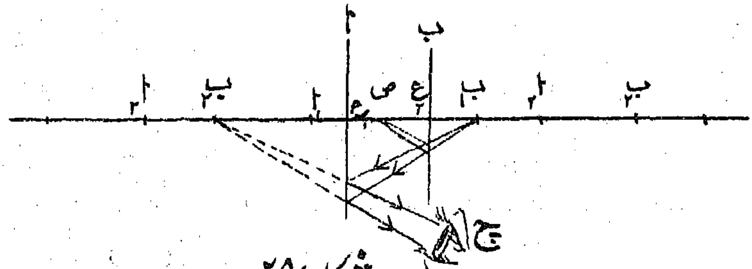
متوازی آئینے

فرض کرو (شکل ۲۵) کہ ا، ب دو متوازی آئینے ہیں۔ اور دونوں کے درمیان ایک شخص ص ہے؛ دونوں آئینے کے رخ ایک ہی جانب ہیں۔ چونکہ دونوں آئینے متوازی ہیں اس لئے ظاہر ہے کہ ان کے پیچھے کوئی خیال نہیں بنے گا۔ اس لئے خیالوں کا ہر جفت ایک دوسرا جفت پیدا کرے گا۔ اور اس طرح نظری طور پر خیالوں کا ایک لامتناہی سلسلہ پیدا ہو جائے گا۔

ص میں سے ع ع دونوں آئینوں پر عماد کھینچو اور اس کو ہر دو جانب بلا تعین خارج کر دو۔ تو کلیہ انعکاس کی رو سے جملہ خیالوں کو اس خط پر واقع ہونا چاہیئے۔ ان کی وضعوں

کا انحصار ع م اور ع م کے درمیان ص کی وضع پر اور دونوں آئینوں کے درمیانی فصل پر ہوگا

اب ا سے انعکاس پر غور کرو۔



شکل ۲۸

ص کا ایک خیال ا پر بنتا ہے۔ یہ خیال چونکہ آئینہ ب کے محاذ میں ہے اس لئے بطور ایک شخص کے ہے۔ لہذا ب سے انعکاس پر ایک خیال ا۲ پر بنتا ہے۔ پھر یہ خیال ا سے انعکاس پر ایک خیال ا۳ بناتا ہے۔ اسی طرح ب سے ص کے انعکاس کو دیکھا جائے تو ہم کو خیالوں کا ایک دوسرا سلسلہ ب، ب۲، ب۳ وغیرہ ملتا ہے۔

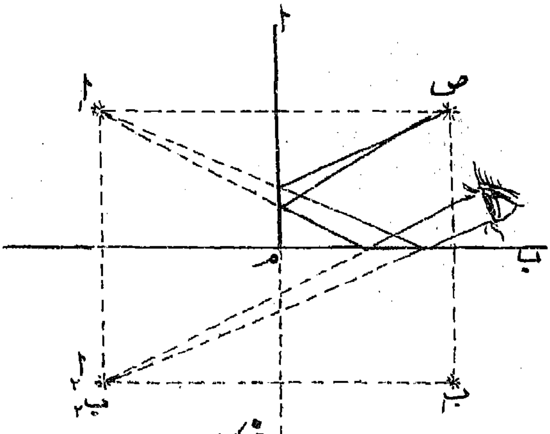
پس خیالوں کے دو لا تعداد ہی سلسلے حاصل ہوتے ہیں۔ لیکن چونکہ ہر انعکاس پر روشنی کمزور پڑتی جاتی ہے اس لئے ہر سلسلے کے چند ابتدائی خیالات ہی دکھلائی دیتے ہیں۔

جن شعاعوں سے کوئی خیال دکھلائی دیتا ہے اُن کا راستہ معین کرنے کے لئے ذیل کا عمل کرنا چاہیئے۔

فرض کرو کہ ہم ب۲ کو دکھلانے والی شعاعوں کا راستہ معین کرنا چاہتے ہیں۔ اور فرض کرو کہ آنکھ کا محل چ پر ہے۔ ب۲ کو آنکھ کے دونوں کناروں سے ملاؤ۔ تو یہ خطوط آئینہ ا کو دو نقطوں پر قطع کریں گے۔ ان دونوں نقطوں کو ب سے ملاؤ۔ یہ خطوط آئینہ ب کو دو نقطوں پر قطع کریں گے۔ ان دونوں نقطوں کو اب ص سے ملاؤ۔ تو اس سے ظاہر ہوگا کہ دوسرے رتبے کا خیال ب۲ دو انعکاسوں کے بعد دکھائی دیتا ہے پس ن ویں رتبے کا خیال ن، انعکاسوں کے بعد دکھلائی دے گا۔

علی القوائم آئینے

فرض کرو کہ (شکل ۲۹) م ا ، م ب دو آئینے ہیں جو ایک دوسرے کے علی القوائم ہیں اور جن کے درمیان ایک شخص ص ہے۔



شکل ۲۹

تو م ا سے ایک خیال ا۱ پر بنے گا۔

اور م ب سے ایک خیال ب۱ پر بنے گا۔

لیکن ا۱ م آئینے کے ب کے محاذ میں ہے اس لئے م ب سے ایک خیال ا۲ پر بنے گا۔

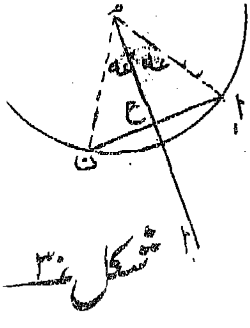
اسی طرح ب۱ محاذ میں ہے م ا کے۔

اس لئے م ا میں ایک خیال ب۲ پر بنے گا۔

تشاکل کے اعتبار سے ب۲ ، ا۲ ایک ہی مقام پر بنیں گے اور منطبق ہوں گے۔ آنکھ کو کسی مقام پر رکھنے سے تین خیال نظر آئیں گے۔ ا۱ ، ب۱ اور ا۲ یا ب۲۔ یعنی تینوں خیال مستطیل ا۱ ب۱ کے تینوں کونوں پر نظر آئیں گے، جبکہ چوتھے کونے پر خود شخص ہے۔ دونوں خیال ا۲، ب۲ بیک وقت نظر نہیں آتے۔ اگر آنکھ زاویہ ب۱ م ص کے اندر ہے تو ب۲ نظر آئے گا اور اگر ا۱ م ص کے اندر ہے تو ا۲۔ شعاعوں کے راستے کے لئے وہی عمل ہے جو متوازی شعاعوں کے لئے گزر چکا۔

مائل آئینے

سب سے پہلے شکل ۳۰ پر غور کرو۔



شکل ۳۰

ن = ایک منور نقطہ ہے۔

م ا = ایک آئینہ جس کا رخ ن کی طرف ہے۔

ن ع = آئینہ پر عماد۔

اس عماد کو خارج کرو اور ع ا۱ = ع ن لو۔

تو ا۱ خیال ہے ا کا۔

م ن، م ا کو ملاؤ۔

تو ∆ ن م ع = ∆ ا م ع [ا ع = ع ن، م ع مشترک، ع کے زاویے قائمہ]

بنابریں اگر م کو مرکز مان کر اور م ن کو نصف قطر لے کر ایک قوس کھینچی جائے تو وہ ا میں سے گزرے گی۔

اگر ب م ع = عہ تو ا م ع = عہ

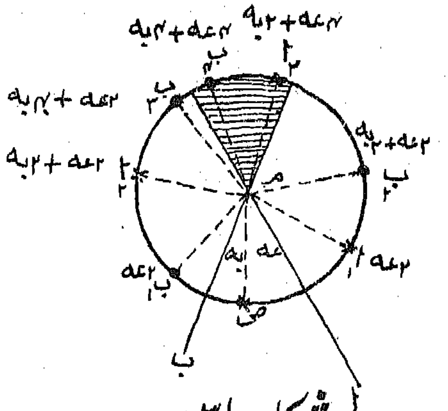
یعنی شخص اور خیال دونوں آئینے سے مساوی زاویے عہ بناتے ہیں۔

اب شکل ۳۱ کو دیکھو

م ا، م ب = دو آئینے جن کے رُخ ایک دوسرے کی طرف ہیں۔

ص = ایک شخص آئینوں کے درمیان م کو مرکز مان کر م ص کے نصف قطر سے ایک دائرہ کھینچو۔ اور فرض کرو کہ

ا م ص = عہ، ب م ص = یہ نیم قطریوں میں



شکل ۳۱

تو شکل ۳۰ کے عمل کے مطابق

م ا میں انعکاس سے ایک خیال ا۱ بنتا ہے۔

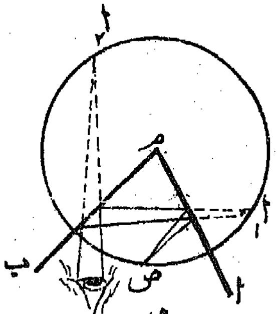
ا۱ دائرے پر ہے اور ص سے اس کا زاویئی فاصلہ = ۲ عہ

چونکہ ا۱ محاذ میں ہے م ب کے۔ اس لئے م ب سے ایک خیال ا۲ بنتا ہے۔ یہ خیال بھی دائرے پر ہے۔ ص سے اس کا زاویئی فاصلہ = ۲ عہ + ۲ یہ

ا۲ چونکہ ہر دو آئینوں کے پیچھے ہے اس لئے کوئی خیال نہیں بنتا۔

اب اگر ہم آئینہ م ب میں ص کو دیکھیں تو اس کا ایک خیال ب۱ بنے گا۔ یہ خیال م ا میں ایک خیال ب۲ پیدا کرے گا۔ اس سے آئینہ م ب میں خیال ب۳ ملتا ہے، پھر اس سے م ا میں خیال ب۴ حاصل ہوتا ہے۔ یہ خیال چونکہ دونوں آئینوں

کے پیچھے ہے اس لئے کوئی مزید خیال نہیں بنتا۔ ان کے زاوئی فاصلے شکل میں بتلائے گئے ہیں جس سے معلوم ہوگا کہ یہ فاصلے باری باری سے ۲ عـه اور ۲ بـه کے مساوی ہیں۔



شکل ۳۲

واضح رہے کہ ا۱ ، ب۲ ، ا۳ ، اور ب۴ ایک سمت میں پیمائش ہوتے ہیں اور ب۱ ، ا۲ ، اور ب۳ دائرے کی دوسری سمت میں پیمائش کئے جاتے ہیں۔ شکل ۳۲ میں مثال کے طور پر بائیں جانب کے دوسرے خیال ا۲ کو دکھلانے والی شعاعوں کا راستہ دکھلایا گیا ہے۔

خیالوں کی تعداد

شکل ۳۲ کو پھر دیکھو۔ دونوں آئینوں کے درمیان زاویہ (عـه + بـه) ہے۔ اور زاویے ص ا۱ ، ص ا۲ ، ص ا۳ ...... کی قیمتیں ۲ عـه ، ۲ عـه + ۲ بـه ، ۴ عـه + ۲ بـه ...... ہیں۔

بنابریں ص ا۲ن = ۲ ن (عـه + بـه) جہاں ن = عدد صحیح۔

اس طرح جو خیال بن سکتے ہیں اُن کی تعداد محدود ہے۔ ہر سلسلہ کا آخری خیال وہ ہوتا ہے جو ا م ب کے راسی زاویے کے اندر بنے۔

اگر ا۲ن = اس زاویے میں واقع ہونے والا پہلا خیال

تو ص ا۲ن > π - عـه اور ۲ ن (عـه + بـه) > π - عـه

اور ۲ن > (π - عـه) / (عـه + بـه)

اسی طرح اگر ا۲ن+۱ = خیال جو اس زاویئے کے اندر واقع ہو۔

تو ۲ن (عـه + بـه) > π - بـه

۲ن (عـه + بـه) + (عـه + بـه) > π - عـه

(۲ن + ۱) (عـه + بـه) > π - عـه

اور ۲ن + ۱ > (π - عـه) / (عـه + بـه)

پس ہر دو صورتوں میں سلسلہ ا۱، ا۲، ا۳ .... میں خیالوں کی تعداد ایسے عادد صحیح سے حاصل ہوتی ہے جو (π − عہ)/(عہ + بہ) کے بعد بڑا ہو۔

اسی طرح سلسلہ ب۱، ب۲، ب۳ .... میں خیالوں کی تعداد ایسے عادد صحیح سے حاصل ہوتی ہے جو (π − بہ)/(عہ + بہ) کے بعد بڑا ہو۔

اگر عہ + بہ = π کا صحیح جز ہو تو π/(عہ + بہ) = عادد صحیح

اور یہ عدد ہر دو مذکورہ بالا جملوں کے بعد بڑا عدد صحیح ہوگا پس یہ عدد ہر صورت میں خیالوں کی تعداد بتلاتا ہے۔

اس صورت میں ہر سلسلے کے آخری خیال ایک دوسرے سے منطبق ہو جاتے ہیں۔

کیونکہ فرض کرو کہ ہر سلسلے میں خیالوں کی تعداد = ۲ن

تو ص ا۲ن + ص ب۲ن = ۲ن (عہ + بہ) + ۲ن (عہ + بہ)

= ۴ن (عہ + بہ)

لیکن π/(عہ + بہ) = ۲ن

∴ ۲ن (عہ + بہ) = π

پس ص ا۲ن + ص ب۲ن = ۲π اور ا۲ن اور ب۲ن منطبق ہو جاتے ہیں۔

پھر اگر ہر سلسلے میں خیالوں کی تعداد = ۲ن + ۱

تو ص ا۲ن+۱ + ص ب۲ن+۱ = ۲ن (عہ + بہ) + ۲عہ + ۲ن (عہ + بہ) + ۲بہ

= ۲(۲ن + ۱)(عہ + بہ)

لیکن π/(عہ + بہ) = ۲ن + ۱

∴ (۲ن + ۱)(عہ + بہ) = π

∴ ص ا۲ن+۱ + ص ب۲ن+۱ = ۲π اور پھر انطباق واقع ہوگا۔

مذکورہ بالا تقریر سے نتیجہ یہ نکلا کہ

ہر دو سلسلوں کے خیالوں کی مجموعی تعداد = ۲π/(عہ + بہ)

لیکن چونکہ ہر سلسلے کے آخری خیالوں میں انطباق واقع ہوتا ہے۔

∴ جو خیال دکھلائی دیتے ہیں اُن کی تعداد = ۲π / (عہ + بہ) − ۱

اور اگر عہ + بہ = تہ تو ن = ۲π / تہ − ۱

خاص صورتیں :- (۱) تہ = ۰ یعنی آئینے متوازی

تو ن = ∞ یعنی خیالوں کی تعداد غیر محدود ہوگی۔

(۲) تہ = ۹۰° = π/۲

تو ن = ۴ − ۱ = ۳

(۳) تہ = ۶۰° = π/۳

تو ن = ۶ − ۱ = ۵ وغیرہ۔

اطلاق: وضع نما

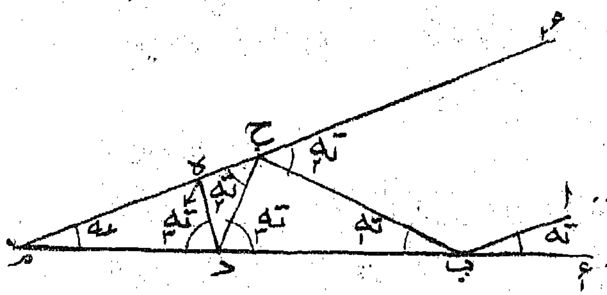
جب دو آئینوں کے درمیان زاویہ ۱۸۰° کا کوئی صحیح جز ہو تو آئینوں سے پیدا شدہ خیال متشاکلانہ ترتیب پاتے ہیں۔ اسی اصول کو وضع نما میں برتا گیا ہے۔

وضع نما دو لمبے پتلے آئینوں پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک دوسرے سے ۶۰° پر مائل ہوتے ہیں۔ یہ آئینے کسی قدر لمبی نلی میں رکھے جاتے ہیں۔ اس نلی کے ایک سرے پر ایک دھاتی قرص ہوتی ہے جس کے مرکز پر ایک سوراخ ہوتا ہے جس میں سے مشاہد دیکھ سکتا ہے۔ دوسرے سرے پر صاف شیشے کی ایک تختی آئینوں سے قریب لگا دی جاتی ہے۔ اور اس سے ذرا آگے بڑھ کر نلی کے بالکل سرے پر اسی طرح کی ایک تختی سن شیشے کی لگا دی جاتی ہے۔ ان دونوں تختیوں کے درمیان رنگین شیشے کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑے یوں ہی ڈال دئے جاتے ہیں۔ اب قرص کے سوراخ میں سے دیکھا جائے تو یہ ٹکڑے مع اپنے خیالوں کے ایک خوبصورت وضع میں مترتب نظر آئیں گے۔ نلی یا تختی کو گردش دینے سے یہ ٹکڑے اپنی جگہ بدل دیتے ہیں اور اس طرح جو وضع نظر آتی ہے وہ مسلسل بدلتی رہتی ہے۔

بعض اوقات تین آئینے استعمال کئے جاتے ہیں اور اس کا لحاظ رکھا جاتا ہے کہ تینوں کی عمودی تراش مثلث مساوی الاضلاع ہو۔ اس صورت میں ہر دو تختیوں کا عمل ویسا ہی ہوتا ہے جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا جو اسی وجہ سے مجموعی اثر یہ ہوتا ہے کہ بہت پیچیدہ متشاکل وضعیں نظر آتی ہیں۔ اس سے وضع کاروں کو بہت مدد ملتی ہے۔

دو مائل آئینوں سے متواتر انعکاس سے پیدا شدہ انحراف

فرض کرو کہ شکل ۳۳ میں



م ۱، م ۲ = دو آئینے

ع = ۱ م ۲ = آئینوں کا درمیانی زاویہ

ا ب ج د .... = ایک شعاع جو م ۱، م ۲ سے نقاط ب، ج، د .... پر منعکس ہوتی ہے۔

شکل ۳۳

ته_1، ته_2، ته_3 .... = وہ زاویے جو واقع اور منعکس شعاعیں سطح عاکس کے ساتھ نقاط ب، ج، د .... پر بناتی ہیں۔

تو △ ب ج م سے

$\text{ته}_2 = \text{ته}_1 + \text{عه} \quad \therefore \text{عه} = \text{ته}_2 - \text{ته}_1$

اسی طرح $\text{عه} = \text{ته}_3 - \text{ته}_2$ وعلیٰ ہذا۔

ان مساواتوں کو ترتیب وار لکھیں تو

$$\text{ته}_2 - \text{ته}_1 = \text{عه}$$
$$\text{ته}_3 - \text{ته}_2 = \text{عه}$$
$$\text{ته}_4 - \text{ته}_3 = \text{عه}$$

....

$$\text{ته}_{\text{ن}+1} - \text{ته}_{\text{ن}} = \text{عه}$$

∴ جمع کرنے پر $\text{ته}_{\text{ن}+1} - \text{ته}_1 = \text{ن عه}$

لیکن اگر ن = جفت

تو زاویے $\text{ته}_{\text{ن}+1}$، ته_1 ایک ہی سطح سے پیمائش کئے جائیں گے اور مطلوبہ انحراف اُن کے

فرق سے حاصل ہوگا۔ کیونکہ شعاع ابتداءً سطح عاکس سے زاویہ ته پر تھی اور اخیر میں زاویہ ته$_{ن+۱}$ بناتی ہے۔

پس جب ن جفت ہو تو ن انعکاسوں سے پیدا شدہ انحراف

= ن عہ

جب ن طاق ہو تو

تو انحراف (ن - ۱) ویں جفت اور ن ویں طاق انعکاس کی وجہ سے پیدا ہوگا۔

اور اس لئے انحراف = [(ن - ۱) عہ - ۲ ته$_{ن}$]

اس میں منفی کی علامت اس وجہ سے ہے کہ انحراف ته$_{ن}$ کی سمت (ن - ۱) عہ سے مختلف ہے۔

چنانچہ شکل عہ میں تیسرے انعکاس کے بعد انحراف

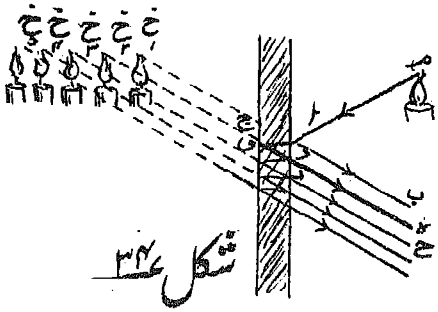
= ۲ عہ - ۲ ته$_{۳}$

جب ته$_{ن}$ ایک زاویہ قائمہ سے بڑھ جائے تو شعاع آئینوں کے تقاطع سے باہر چلنے لگتی ہے۔ لیکن اگر ته$_{ن}$ زاویہ قائمہ کے مساوی ہو تو شعاع اسی راستے پلٹتی ہے جس سے کہ وہ آئی تھی۔ ہر انعکاس پر ته کی قیمت بقدر عہ بڑھ جاتی ہے۔

∴ ته$_{ن}$ کے $\frac{\pi}{۲}$ کے مساوی ہونے کے لئے ته کو ایسا انتخاب کرنا چاہئے کہ عہ زاویہ ($\frac{\pi}{۲}$ - ته) کا صحیح جز ہو۔

چنانچہ اگر عہ = ۱۰ اور ته = ۲۰

تو شعاع پہلے انعکاس سے $\frac{۹۰ - ۲۰}{۱۰}$ = ۷، انعکاسوں کے بعد اپنے اصلی راستے پر لوٹ آئے گی۔



شکل ۳۴

شیشے کے آئینے میں خیال

شیشے کے آئینے میں جو خیال بالعموم دکھائی دیتے ہیں وہ بالعموم کم و بیش ملتبس ہوتے ہیں جب کوئی شعاع مـ ا (شکل ۳۴) شیشے کے سامنے والی سطح پر واقع ہوتی ہے تو تھوڑی سی روشنی

منعکس ہو جاتی ہے جس سے ایک دھندلا خیال خ بنتا ہے۔ روشنی کا بڑا حصہ شیشے میں داخل ہو جاتا ہے اور ج پر کلی طور پر منعکس ہو جاتا ہے، اس کا بڑا حصہ خارج ہو کر سمت د ہ اختیار کرتا ہے۔ اس سے ایک روشن خیال خ بنتا ہے۔ روشنی کا ایک حصہ د پر منعکس ہوتا ہے اور پھر ق پر جس سے ایک دھندلی شعاع ن ح اور ایک دھندلا خیال خ حاصل ہوتا ہے۔ یہ عمل جاری رہتا ہے تا آنکہ باقیماندہ روشنی اتنی نہیں رہتی کہ کسی خیال کو دکھلا سکے۔ اس طرح خیالوں کا ایک سلسلہ پیدا ہو جاتا ہے۔ جس میں سے روشن ترین خیال خ ہی ہوتا ہے۔ اسی کو آئینہ میں شخص کا خیال کہتے ہیں۔ باقی خیالات محض التباس ہی پیدا کرتے ہیں۔

واضح رہے کہ آئینہ دبیز ہو تو یہ کیفیت ضرور پیدا ہوتی ہے۔ اور اگر بہت ترچھی واقع ہوں تو ا پر منعکس روشنی کی مقدار کافی ہوگی اور اس لئے خیال خ روشن تر ہو جائے گا۔

جملہ خیال ایک خط پر واقع ہوں گے جو م میں سے گزرے گا اور جو آئینہ کے علی القوائم ہوگا۔

بے قاعدہ انعکاس

جب کسی مناظری قندیل سے کوئی متوازی شعاع کسی تاریک کمرے میں کسی سفید کارڈ پر پڑتی ہے تو لیدو قوع روشنی ایک ہی راستہ پر نہیں رہتی بلکہ چاروں طرف بکھر جاتی ہے۔ سامنے کے کسی مقام سے بھی دیکھا جائے تو کارڈ روشن نظر آئے گا اور کمرہ بالکلیہ تاریک نہ رہے گا۔ اگر کوئی آئینہ استعمال کیا گیا ہوتا تو روشنی صرف ایک ہی معین سمت میں منعکس ہوتی۔

بادی النظر میں ہر دو مظاہر میں بہت بڑا فرق نظر آتا ہے۔ کارڈ کے عمل کی توجیہ یوں کی جاتی ہے کہ وہ ایک آئینہ ہے جس کے بہت چھوٹے چھوٹے سے رخ ہیں، جو روشنی بالکل باقاعدہ طور پر مختلف سمتوں میں منعکس کرتے ہیں کیونکہ وہ خود مختلف زاویوں پر ہیں۔

پانی کی ترنگوں سے جب روشنی منعطف ہوتی ہے تو یہی صورت واقع ہوتی ہے۔ اور یہی سبب ہے کہ چاند اور سورج کا خیال کسی جھیل یا تالاب میں اس قدر طویل نظر آتا ہے۔ لیکن کارڈ سے جب روشنی منتشر ہوتی ہے تو کچھ اور ہی ہوتا ہے۔

اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ اصل منظر کون سا ہے۔ انعکاس کا یا انتشار کا۔ جدید تحقیقات

سے کچھ اس کا پتہ چلتا ہے کہ اصل مظہر انتشار کا ہے۔ اس لئے انعکاس کے ذریعہ انتشار کی توجیہہ نہیں ہو سکتی۔ بلکہ انعکاس کو ہی انتشار کا نتیجہ ماننا پڑے گا۔

اس کی پوری توجیہہ تو ممکن نہیں ہے۔ لیکن اتنا ضرور کہا جا سکتا ہے کہ نور کا موجی نظریہ اس کی تائید کرتا ہے۔

اس موجی نظریہ کی رو سے نور ایک سلسلہ امواج کا نام ہے۔ جب یہ موجیں کسی سدّ سے متصادم ہوتی ہیں تو ہمیشہ چاروں طرف پھیل جاتی ہیں۔ لیکن اگر تمام سدّیں ایک ایسی ہموار سطح میں مترتب ہوں جس کی ناہمواریاں طول موج کے مقابلے میں بڑی نہ ہوں تو یہ انتشار ایک باقاعدہ منعکس موج کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔

چنانچہ آواز کی موجیں جو گھڑی کی ٹک ٹک سے پیدا ہوتی ہیں وہ ایک انچ کے قریب طویل ہوتی ہیں۔ اس لئے یہ موجیں ایسی سطح سے منعکس ہو جائیں گی جس کی ناہمواریاں مثلاً نصف انچ سے کم بلند ہوں گی۔ سمندر میں پانی کی موجیں سو سو فٹ تک لمبی ہوتی ہیں اس لئے وہ کسی قدر ناہموار ساحل سے بآسانی منعکس ہو جاتی ہیں۔ نور کی موجیں ۴ تا ۷ × $۱۰^{-۵}$ سم یعنی (۱ تا ۲ × $۱۰^{-۶}$ فٹ) طول کی ہوتی ہیں اسی لئے وہ مجلّا دھات یا شیشے سے منعکس ہو جاتی ہیں۔ یا ایسے مائع کی سطح سے منعکس ہو جاتی ہیں جس کی ناہمواریاں اس رتبے کی ہوتی ہیں۔ لیکن کارڈ سے بری طرح منعکس ہوتی ہیں کیونکہ اس میں ناہمواریاں اس رتبے سے بڑھ کر ہیں۔

شفق

شفق کی توجیہہ بھی اصول انتشار پر ممکن ہے۔ بادل، غبار اور دیگر بیرونی ذرات کرہ ہوا کو سورج سے اس وقت بھی روشنی پہنچتی ہے جبکہ وہ کسی مقام پر غروب ہو لیتا ہے۔ ان سے روشنی چاروں طرف منتشر ہو جاتی ہے اور منتشرہ شعاعوں میں سے کچھ زمین تک بھی پہنچ جاتی ہیں۔ اس لئے زمین پر بعد غروب کچھ روشنی باقی رہتی ہے۔ مزید برآں منتشرہ روشنی کا ایک حصہ سورج سے دور کرہ ہوا کے ذرات تک بھی پہنچ جاتا ہے۔ یہ ذرے اس کو پھر منعکس کر دیتے ہیں اس دوسرے انعکاس کی وجہ سے شفق کی مدت اور بڑھ جاتی ہے۔ شفق اس وقت ختم ہو جاتی ہے جبکہ منتشر روشنی غیر محسوس ہو جائے۔ مشاہدے سے معلوم ہوا ہے کہ یہ اس وقت ہوتا ہے جبکہ سورج افق سے ۱۸° نیچے ہو جائے۔

اگر زمین کے گرد کرہ ہوا نہ ہوتا تو سورج کی شعاعیں جن سطحوں پر پڑتیں وہ بدرجہ غایت

روشن ہوجاتیں اور باقی دوسری سطحیں تاریکی میں ہوتیں سوائے اُن حصوں کے جن تک روشنی ماحول کی سطحوں سے بذریعہ انعکاس یا انتشار پہنچتی۔ یہ کیفیت فی الحقیقت چاند پر موجود ہے۔ جہاں روشنی اور تاریکی اور سایوں کی وضاحت میں بہت نمایاں تباین ہوتا ہے۔

منور بالذات اجسام کے علاوہ جملہ اجسام اسی منتشرہ روشنی کی بدولت مرئی ہیں۔

غولِ پیپر رات کے وقت اگر کھڑکیوں کے پردے نہ گرائے جائیں تو کمرے کے اندر کی اشیاء کھڑکی کے شیشے میں منعکس نظر آتی ہیں۔ اس وقت باہر کی اشیاء میں اتنی روشنی نہیں ہوتی کہ وہ کھڑکی میں سے آنکھ تک شعاعیں بھیج سکیں۔ اگر باہر کی روشنی خراب ہو تو ہم کو باہر کی چیزیں کمرے کے اندر کی روشن تر چیزوں پر منطبق نظر آتی ہیں۔ چنانچہ کمرے کے اندر آتش دان ہو تو باہر سڑک پر آگ جلتی ہوئی معلوم ہو سکتی ہے۔ دن کے وقت باہر کی چیزیں چونکہ روشن تر ہوتی ہیں۔ اس لئے جو شعاعیں وہ آنکھ تک بھیجتی ہیں وہ ان شعاعوں سے قوی تر ہوتی ہیں جو کمرے کے اندر کی اشیاء سے آنکھ تک پہنچتی ہیں۔ بنا بریں صرف باہر کی روشن تر اشیاء ہی دکھائی دیتی ہیں۔ لہذا شیشے کی تختی سے اشیاء منعکسہ اور اشیاء منتقلہ کی رویت کا انحصار محض تنویر پر ہے۔

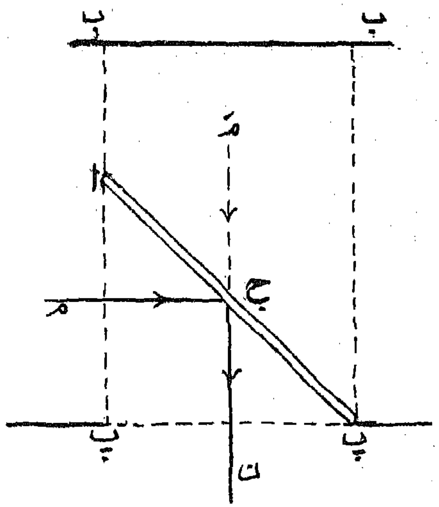
اس منظر کی بہترین مثال ریل گاڑی میں ملتی ہے۔ تاریک راتوں میں جب ریل چلتی ہے تو اندر تو روشنی ہوتی ہے اور باہر تاریکی۔ اس لئے کھڑکی کے شیشوں سے انعکاس واقع ہوتا ہے اور تمام اشیاء ریل کے باہر نظر آتی معلوم ہوتی ہیں اور اگر کہیں کہیں کسی مقام پر روشنی ہوئی تو اندر کی چیزیں اُن اشیاء پر منطبق ہو کر عجب کیفیت پیدا کرتی ہیں۔ دن کے وقت بھی یہ کیفیت رونما ہوتی ہے بشرطیکہ کھڑکی کا شیشہ رنگین ہو جیسا کہ بعض گاڑیوں میں ہوتا ہے۔ اس وقت مشاہد کھیتوں میں تیرتا نظر آتا ہے۔

اسی اصول کو مدنظر رکھ کر پروفیسر پیپر نے غول پیپر پیدا کر دکھایا۔ پروفیسر موصوف ایک بازیگر تھے اور اس غول کو تمام ملک میں دکھاتے پھرتے تھے۔ اب سینما میں خواب یا بھوتوں کو دکھلانے کے لیے اس ترتیب کو استعمال کرتے ہیں وھو ھذا۔

شکل ۳۵ میں اس کا خاکہ دکھلایا گیا ہے۔

ب ب = اسٹیج کی پشت۔

پ پ = پائینی روشنیاں۔



شکل ۳۵

ا پ = شیشے کی مستوی تختی جو خط نظر پر ۴۵° پر مائل ہے۔

ن = ایک ناظر

م = ایک ممثل یا اداکار جو غول بنے گا۔ اور جو اس قدر بازو میں ہٹا ہوا ہے کہ ن اس کو براہ راست نہیں دیکھ سکتا۔ بلکہ صرف شیشے سے انعکاس پر دیکھ سکتا ہے۔

روشنی م سے چلتی ہے اور ن تک پہنچنے کے لئے راستہ م ج ن اختیار کرتی ہے لیکن معلوم ہوتا ہے کہ اس کا راستہ مَ ج ن ہے۔

عقبی زمین مدھم ہوتی ہے اور م پر اداکار رہی اولاً تاریکی میں رکھا جاتا ہے اور جب اس کا وقت آتا ہے تو تو کسی لمپ کی روشنی اس پر ڈالی جاتی ہے۔ تو وہ مَ پر بہت باقاعدہ "غول" کی طرح نمودار ہو جاتا ہے۔ ظاہر ہے کہ یہ خیال شفاف ہوتا ہے اور عقبی زمین کے حصے اس میں سے دکھلائی دیتے ہیں۔

اس ترتیب میں نقص یہ ہے کہ ایک تو گہرے اسٹیج کی ضرورت ہے۔ دوسرے شیشہ کی بہت بڑی تختی درکار ہوتی ہے۔

مشقی سوالات ۳

(۱) ایک شخص ایک تالاب کے کنارے سے ۲۰م کے فاصلے پر کھڑا ہے۔ ۲۰۰۰م اونچا ایک پہاڑ اس کو تالاب کے کنارے پانی میں منعکس نظر آتا ہے۔ اگر اس کی آنکھیں پانی سے ےؔ کی بلندی پر ہوں تو پہاڑ کتنے فاصلے پر ہے؟

فرض کرو کہ پہاڑ کا فاصلہ لا ہے، تو مشابہ مثلثوں سے

لا / ۲۰۰۰ = ۲۰ / ے　　∴　　لا = ۱۴٫۵ کم

(۲) شکل ۳ میں پیمانہ سے آئینے کا فاصلہ ایک میٹر ہے اور آئینے کے وسط کے محاذی پیمانے کے نقطے سے ابتدائی ن کا فاصلہ ۱۰ سم ہے۔ ایک انصراف کے دوران میں وہ اس نقطہ سے ۳۰ سم اور ہٹ جاتا ہے۔ تو بتلاؤ کہ نیمقطریوں میں آئینے کا کاٹے کردہ زاویہ کیا ہے؟

½ (سِن⁻¹ ۳۰/۱۰۰ − سِن⁻¹ ۱۰/۱۰۰) = ½ (۱۶° ۲۴′ − ۵° ۴۳′ ۴۶″) = ۰٫۰۹۵۸ نیمقطری

(۳) دو مستوی آئینوں کے درمیان کون سا زاویہ ہونا چاہیئے۔ تاکہ کوئی شعاع جو اُن میں سے ایک کے متوازی واقع ہو وہ دو انعکاسوں کے بعد دوسرے کے متوازی ہو جائے۔

فرض کرو کہ عـہ = آئینوں کے درمیان زاویہ۔

تو دو انعکاسوں کے بعد انحراف = ۲عـہ، لیکن از روئے سوال انحراف (۱۸۰ − عـہ) ہونا چاہیئے۔

∴ ۲عـہ = ۱۸۰ − عـہ　　∴ ۳عـہ = ۱۸۰

∴　　عـہ = ۶۰

(۴) روشنی کی ایک شعاع ایک نقطہ ا سے چلتی ہے اور ایک مستوی آئینے پر نقطہ ع واقع ہوتی ہے۔ اس کے بعد وہ منعکس ہو کر ب تک پہنچتی ہے۔ ثابت کرو کہ براہ آئینہ ا سے ب تک راستہ ا ع ب قلیل ترین ہے۔

(۵) ایک مستوی کسی کمرے کی ایک دیوار پر نصب ہے۔ کمرے کے وسط میں ایک مشاہد ہے جو پیچھے کی پوری دیوار کو آئینے میں دیکھنا چاہتا ہے۔ بتلاؤ کہ آئینہ کا کم سے کم طول کیا ہو سکتا ہے۔

(۶) ثابت کرو کہ جب کسی آئینے کو گردش دی جاتی ہے تو شعاع منعکس کا طے کردہ زاویہ آئینے کے زاویہ

گردش کا دگنا ہوتا ہے۔

(۷) شکل بنا کر ثابت کرو کہ ایک شخص اپنے پورے جسم کو اپنے قد کے نصف طول کے آئینے میں دیکھ سکتا ہے۔

(۸) ثابت کرو کہ اگر کوئی شخص کسی مستوی آئینے کے سامنے ایک فاصلہ ف طے کرے تو خیال بھی وہی فاصلہ طے کرے گا۔ لیکن اگر شخص ساکن ہو اور آئینہ اپنے متوازی ایک فاصلہ ف طے کرے تو خیال فاصلہ ۲ ف طے کرے گا۔

(۹) اگر ایک انسان آئینے کی طرف ۳ میل فی گھنٹہ کی رفتار سے آئے تو وہ اپنے خیال کی طرف کس رفتار سے بڑھے گا؟

(۱۰) ایک شخص دو آئینوں کی مدد سے اپنی گدی کو دیکھنا چاہتا ہے۔ شکل کھینچکر بتاؤ کہ یہ کیونکر ممکن ہے؟

(۱۱) دو متوازی آئینے ایک دوسرے سے ۱۰ کے فاصلے پر ہیں۔ ان کے درمیان ایک بتی ایک آئینہ سے ۲ کے فاصلے پر رکھ دی گئی ہے۔ تو ہر آئینے میں تیسرے اور چوتھے خیال کے درمیان فاصلہ دریافت کرو۔

(۱۲) ہر طبعی آنکھ اس شے کو بلا تکان دیکھ لیتی ہے جو اس سے ۲۵ سمر کے فاصلہ پر رکھی ہے۔ پس جو شخص کسی مستوی آئینے میں اپنی آنکھ دیکھنا چاہتا ہے اس کو آئینہ اپنی آنکھ سے کتنی دور رکھنا چاہیئے؟

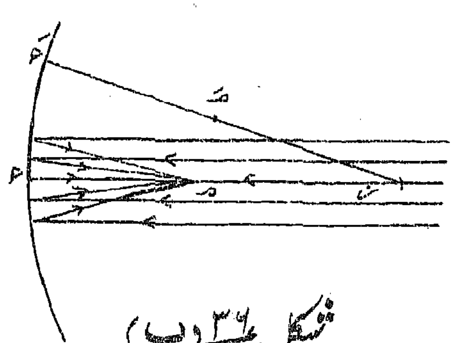
پانچواں باب

انعکاس کروی سطح سے

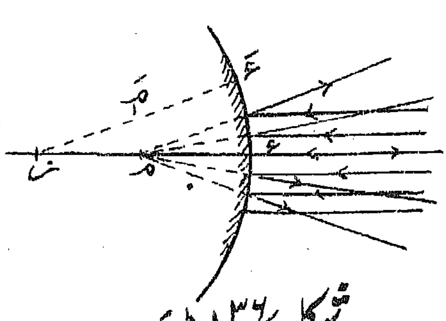
ابتدائی تعریفات عاکس سطحیں کروی، مکافی، یا اسطوانہ نما ہو سکتی ہیں۔ چنانچہ مناظری آلات میں ایسی سطحیں استعمال کی جاتی ہیں۔ یہاں ہم صرف کروی سطحوں سے بحث کریں گے۔

کسی کروی عاکس سطح کو کسی مستوی سے قطع کیا جائے تو چھوٹے تراشے کو کروی آئینہ کہتے ہیں۔

کروی آئینے ۲ قسم کے ہوتے ہیں۔ (۱) اگر انعکاس کروی سطح کے بیرونی حصہ سے ہو تو آئینہ محدب [شکل ۳۶ (ا)] کہلاتا ہے۔ (۲) اگر انعکاس کروی سطح کے اندرونی حصہ سے واقع ہو تو آئینہ مقعر [شکل ۳۶ (ب)] کہلاتا ہے۔



شکل ۳۶ (ب)



شکل ۳۶ (ا)

آئینہ جس کروی سطح کا جزء ہو اس کا مرکز "مر" آئینہ کا مرکز انحناء کہلاتا ہے۔
مرکز انحناء اور آئینہ کے مرکزی نقطہ ع کو ملانے والا خط آئینہ کا صدر محور کہلاتا ہے۔
نقطہ ع کو بعض اوقات آئینہ کے رُخ کا قطب یا مرکز کہتے ہیں۔
مر میں سے گزرنے والا اور آئینہ کو قطع کرنے والا خط مر ع ثانوی محور کہلاتا ہے۔
صدر محور کی طرح یہ محور بھی آئینہ پر عماد ہوتا ہے۔

قطب اور مرکز انحناء میں سے گزرنے والے مستوی سے آئینہ کی تراش کو صدر تراش کہتے ہیں۔

مرکز انحناء سے آئینہ کے کناروں تک دو خطوط سے جو زاویہ بنتا ہے اس کو آئینہ کا سہوہ کہتے ہیں۔

ہماری بحث چھوٹے سہوہ کے آئینوں سے ہوگی، اگرچہ شکل میں بعض اوقات سہوہ بڑا نظر آئے۔

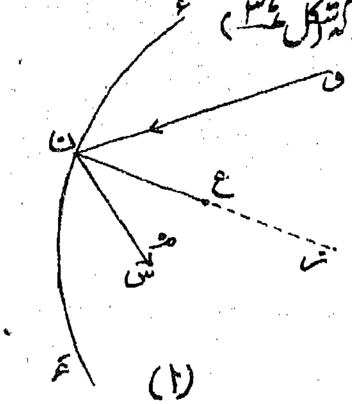
جب روشنی کی کوئی متوازی پنسل کسی کروی آئینہ پر صدر محور کے متوازی آکر واقع ہوتی ہے تو منعکس پنسل صدر محور کے ایک نقطہ مر پر مستدق یا اس سے منتشر معلوم ہوتی ہے۔
اس نقطہ کو آئینہ کا صدر ماسکہ کہتے ہیں۔ اور آئینہ کا قطب اور ماسکہ کے درمیان فاصلہ کو ماسکی طول کہتے ہیں۔

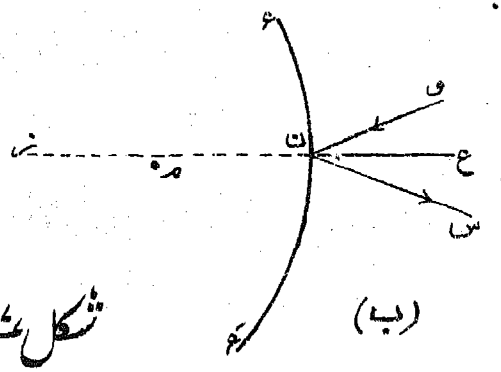
اگر پنسل کسی ثانوی محور کے متوازی آکر واقع ہو تو اس طریقہ پر ایک نقطہ مرَ پر اس کی تماسک ہوتی ہے۔

کروی آئینوں کی صورت میں یہ کہنا بالکلیہ صحیح نہیں ہے کہ منعکس شعاعیں ایک نقطہ پر ملتی ہیں۔ اگر پنسل چھوٹی ہوئی تو ایسا ہی ہوتا ہے، لیکن بڑی پنسلوں میں کنارے والے خطوط دوسروں کے مقابلے میں آئینہ سے قریب تر منعکس ہوتے ہیں۔
کروی سطح سے انعکاس کی اس بے قاعدگی کو کروی ضلالت کہتے ہیں۔

منعکس شعاع کے لئے عمل

فرض کرو کہ (شکل ۳۷)





شکل ۳۷

ع عَ = مقعر آئینہ (ا) محدب آئینہ (ب)
ن = ایک نقطہ وقوع
و ن = شعاع واقع

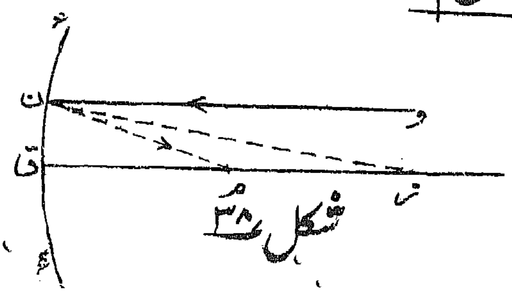
ن پر عماد ن ع کھینچو جس کی صورت یہ ہے کہ ن ر کو ملا دو (ا) اور خارج کرو (ب) تو پھر کلیہ انعکاس کے تحت شعاع منعکس ن س اس طرح حاصل ہوتی ہے کہ زاویہ س ن ر مساوی بنایا جاوے زاویہ و ن ر کے۔

اس سے ظاہر ہے کہ عماد کی سمت میں جو شعاع ہو گی وہ اسی راستے پر منعکس ہو گی۔ نیز صدر محور کے متوازی ہر شعاع ماسکہ میں سے گزرے گی۔ یہ دونوں خاص صورتیں ہیں جن کو اچھی طرح ذہن نشین کر لینا چاہیئے۔

کروی آئینے کے صدر ماسکہ کا محل

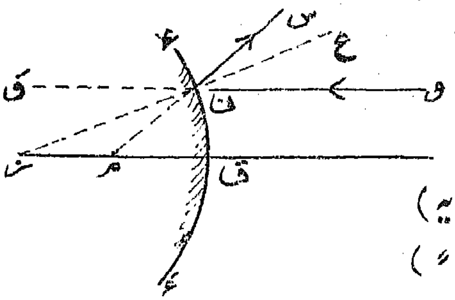
فرض کرو کہ (شکل ۳۸)

ع عَ = ایک محدب آئینہ
ق = قطب
ن = نقطہ وقوع
م = ماسکہ



شکل ۳۸

ضا = مرکز انحنا ء
ق ضا = صدر محور
و ن = شعاع واقع صدر محور کے متوازی
ن م = شعاع منعکس
ن ضا = عماد
تو شعاع ن م ماسکہ م سے گزرے گی اور زاویہ م ن ضا = و ن ضا
لیکن و ن ضا = ن ضا م [∵ و ن ॥ ق ضا اور ن ضا ان کو ملاتا ہے]
∴ م ن ضا = ن ضا م
∴ م ن = م ضا
اگر ق ن ← قلیل تو م ن = ق م تقریباً
∴ ق م = م ضا
پس اگر م ق = م اور ق ضا = ص
تو ق ضا = ص = ق م + م ضا = ۲ ق م = ۲ م
∴ م = ص/۲
یعنی کسی کروی آئینہ کا طول ماسکہ، قطب کے قریب آئینہ کی چھوٹی سی سطح پر واقع ہونے والی شعاعوں کے لئے آئینہ کا نصف قطر انحنا کا نصف ہوتا ہے۔



شکل ۳۹

اگر آئینہ محدب ہوگا تو ثبوت یہ ہوگا:۔
سابق کی رقموں میں شکل ۳۹
و ن ع = ع ن س
ع ن س = ضا ن م (راسی زاویہ)
و ن ع = و ن ضا (" ")
اور و ن ضا = ن ضا م (")
∴ ضا ن م = ن ضا م
∴ ن م = م ضا
∴ ق م = م ضا (تقریباً)

∴ ق ز = ص = ۲ ق م = م

∴ م = $\frac{ص}{۲}$

واضح رہے کہ اس صورت میں شعاع منعکس پیچھے کی طرف خارج کرنے سے ماسکہ میں سے گزرتی ہے۔ اس لئے محدب آئینہ کا ماسکہ مجازی کہلاتا ہے۔

زوجی ماسکے

فرض کرو کہ (شکل نمبر ۴۰)

ع ع = ایک مقعر آئینہ

ق = قطب

ن = نقطہ وقوع

م = ماسکہ

ز = مرکز انحنا

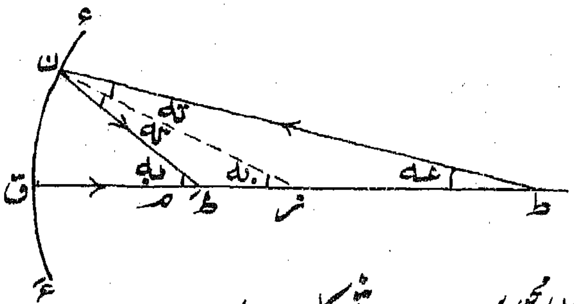
ق ز ط = صدر محور

ط = ایک منور نقطہ صدر محور پر

ط ن = شعاع واقع

ز ن = عماد

ن طَ = شعاع منعکس



شکل نمبر ۴۰

شعاع منعکس کا راستہ اس طرح ہوگا کہ ط ن ز = طَ ن ز

ایک شعاع جو ط ق کی سمت میں چلے گی وہ اسی سمت واپس آئے گی پس ق طَ اور ن طَ کا تقاطع طَ خیال ہوگا۔

اب چونکہ روشنی کا راستہ عکس پذیر ہوتا ہے اس لئے اگر نقطہ منور طَ پر رکھا جائے گا تو اس کا خیال ط پر بنے گا پس یہ دونوں نقطے ایسے ہیں کہ ان میں سے ہر ایک کو دوسرے کا خیال تصور کیا جا سکتا ہے۔ ایسے نقطوں کو زوجی ماسکے کہتے ہیں۔ پس آئینوں کے لئے صدر محور پر شخص اور اس کے خیال کے محل زوجی ماسکے ہیں۔

زوجی ماسکوں کا کلیہ

زوجی ماسکوں اور آئینہ کے طول ماسکہ کے درمیان ایک علاقہ ہوتا ہے جو زوجی ماسکوں کے کلیہ کے نام سے موسوم

ہے اس کو الفاظ میں یوں بیان کر سکتے ہیں۔

کسی کروی آئینے کے قطب سے کسی منور شخص اور اس کے خیال کے فاصلوں کے متکافیوں کا جبری مجموعہ آئینہ کے طول ماسکہ کے متکافی کے مساوی ہوتا ہے۔ یعنی اگر

ش = قطب سے شخص کا فاصلہ

خ = " خیال "

م = آئینہ کا طول ماسکہ

تو ۱/ج + ۱/ش = ۱/م

ثبوت | مقعر آئینہ :- شکل نمبر ۴ میں فرض کرو کہ

عہ = ق طؔ ن   بہ = ق شؔ ن

جہ = ق طؑ ن   تہ = ط ن ش = طؔ ن ش

∵ ق شؔ ن ایک خارجی زاویہ ہے

∴ بہ = عہ + تہ

اسی طرح ∵ ق طؑ ن = خارجی زاویہ

∴ جہ = بہ + تہ

پس تہ = بہ - عہ

اور تہ = جہ - بہ

∴ عہ + جہ = ۲ بہ .... (۱)

ان زاویوں کو قوسی پیمانہ میں لیا جائے

تو عہ = قوس ق۱ ن / ق۱ ط ، بہ = قوس ق ن / ق ش ، جہ = قوس ق۲ ن / ق۲ ط

∵ آئینہ کا سہوہ بہت قلیل ہے۔

∴ نقاط ق، ق۱، ق۲ قریب منطبق ہی ہوں گے۔

∴ عہ = ق ن / ق ط ، بہ = ق ن / ق ش ، جہ = ق ن / ق ط ،

∴ مساوات (۱) میں درج کرنے سے

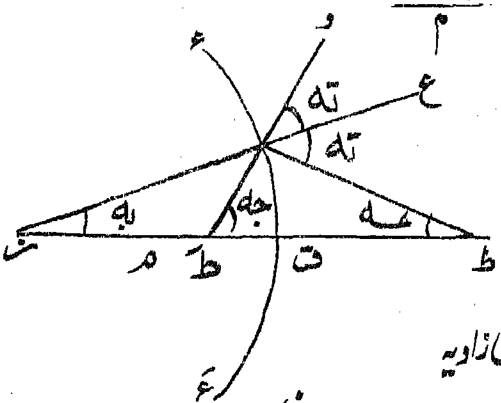
$$\frac{\text{ق ن}}{\text{ق ط}} + \frac{\text{ق ن}}{\text{ق طَ}} = ۲\,\frac{\text{ق ن}}{\text{ق ز}}$$

یا
$$\frac{۱}{\text{ق ط}} + \frac{۱}{\text{ق طَ}} = \frac{۲}{\text{ق ز}}$$

پس اگر ق ط = ش، ق طَ = خ، ق ز = ص، ق م = م

تو
$$\frac{۱}{\text{ش}} + \frac{۱}{\text{خ}} = \frac{۲}{\text{ص}} = \frac{۱}{\text{م}}$$

یعنی
$$\frac{۱}{\text{ش}} + \frac{۱}{\text{خ}} = \frac{۱}{\text{م}}$$



شکل ۱۴

محدب آئینہ:—

سابق کی رقموں میں (شکل ۱۴)

∵ ع ث ط = زاویہ خارجی

∴ تہ = عہ + بہ

اسی طرح ∵ طَ ث و = خارجی زاویہ

∴ ۲ تہ = عہ + جہ

پس ۲ (عہ + بہ) = عہ + جہ

یا جہ − عہ = ۲ بہ

∵ حسب سابق قوسی پیمانوں میں عہ = $\frac{\text{ق ن}}{\text{ق ط}}$، بہ = $\frac{\text{ق ن}}{\text{ق ز}}$، جہ = $\frac{\text{ق ن}}{\text{ق طَ}}$

پس ان تینوں کو درج کرنے سے یہ مساوات حاصل ہوگی۔

$$\frac{\text{ق ن}}{\text{ق طَ}} - \frac{\text{ق ن}}{\text{ق ط}} = ۲\,\frac{\text{ق ن}}{\text{ق ز}}$$

یا
$$\frac{۱}{\text{ق طَ}} - \frac{۱}{\text{ق ط}} = \frac{۲}{\text{ق ز}}$$

لیکن ق ط = + ش، ق طَ = − خ، ق ز = − ص

$$\therefore\ -\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = -\frac{2}{\text{ص}}$$

$$\therefore\ \frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = \frac{2}{\text{ص}} = \frac{1}{\text{م}}$$

یعنی $\frac{1}{\text{ش}} + \frac{1}{\text{خ}} = \frac{1}{\text{م}}$

پس دونوں صورتوں میں

$$\frac{1}{\text{ش}} + \frac{1}{\text{خ}} = \frac{1}{\text{م}}$$

بدل | ہم اسی کلیہ کو دوسرے طریقہ پر بھی ثابت کر سکتے ہیں:—

مقعر آئینہ:— شکل ۲۴ میں

$$\text{ط ن̂ ز} = \text{ز ن̂ ط′}$$

$$\therefore\ \frac{\text{ط′ ن}}{\text{ط ن}} = \frac{\text{ط′ ز}}{\text{ط ز}}$$

لیکن اگر ق ن قلیل ہے تو ط ن = ط ق

ط′ ن = ط′ ق

$$\therefore\ \frac{\text{ط′ ق}}{\text{ط ق}} = \frac{\text{ط′ ز}}{\text{ط ز}}$$

$$\therefore\ \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = \frac{\text{ق ز} - \text{ق ط′}}{\text{ق ط} - \text{ق ز}}$$ [جہاں ط ق = ش، ط′ ق = خ، ز ق = ص

$$= \frac{\text{ص} - \text{خ}}{\text{ش} - \text{ص}}$$

$$\therefore\ \text{ش}\,(\text{ص} - \text{خ}) = \text{خ}\,(\text{ش} - \text{ص})$$

$$\therefore\ \text{ش ص} + \text{خ ص} = 2\,\text{ش خ}$$

$$\therefore\ \frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = \frac{2}{\text{ص}} = \frac{1}{\text{م}}$$ [ش ص خ سے تقسیم کرنے پر

پس $\frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}}$

محدب آئینہ :- شکل نمبر ۱۴۱ میں ط ث ع = و ث ع

$$\therefore \frac{\text{ط´ن}}{\text{ط ن}} = \frac{\text{ط´ز}}{\text{ط ز}}$$

لیکن اگر ن ق قلیل ہو تو

$$\frac{\text{ط´ق}}{\text{ط ق}} = \frac{\text{ط´ز}}{\text{ط ز}} = \frac{\text{ق ز} - \text{ق ط´}}{\text{ق ط} + \text{ق ز}}$$

اس مساوات میں ق ز، ق ط، ق ط´ کی مثبت عددی قیمتیں ہیں۔

∴ حسب سابق ق ز = -ص، ق ط = ش، ق ط´ = - خ

∴ درج کرنے پر

$$-\frac{\text{خ}}{\text{ش}} = \frac{-\text{ص} - (-\text{خ})}{\text{ش} - \text{ص}}$$

$$\therefore \text{خ ش} - \text{خ ص} = \text{ش ص} - \text{ش خ}$$

$$\therefore \text{ش ص} + \text{خ ص} = ۲\ \text{ش خ}$$

$$\therefore \frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = \frac{۲}{\text{ص}} = \frac{1}{\text{م}}$$

پس ہر دو صورتوں میں $\frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}}$

آئینوں کی عام مساوات

زوجی ماسکوں کے کلیے کے لئے جو مساوات اوپر حاصل کی گئی ہے وہ جملہ آئینوں کے لئے صحیح ہے، خواہ وہ آئینے کروی ہوں یا مستوی۔ کروی آئینوں کے لئے تو مساوات ثابت ہو چکی۔ اب مستوی آئینے میں چونکہ

نصف قطر انحناء = ∞

$$\therefore \frac{1}{\text{م}} = \frac{۲}{\text{ص}} = \frac{۲}{\infty} = ۰$$

$$\therefore \frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = ۰$$

$$\therefore \frac{1}{\text{ش}} = -\frac{1}{\text{خ}}$$

$$\therefore \text{ش} = -\text{خ}$$

یہ وہ علاقہ ہے جس کو ہم مستوی آئینوں میں دریافت کر چکے ہیں۔

لہٰذا ہم کہہ سکتے ہیں کہ آئینوں سے انعکاس کے لئے عام مساوات

$\frac{1}{خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$ ہے

واضح رہے کہ یہ مساوات کروی آئینوں کے لئے اسی وقت صحیح ہے جبکہ انعکاس آئینوں کے قطب کے قرب میں ہو۔

قرارداد متعلق علامت اوپر جو مساوات ہم نے حاصل کی ہے وہ مقعر اور محدب دونوں آئینوں کے لئے صحیح ہے، لیکن چونکہ ہر دو آئینوں میں فرق صرف اتنا ہے کہ بعض مقداریں مقعر کے لئے مثبت ہیں تو محدب کے لئے منفی۔ اس لئے علامتوں سے متعلق ذیل کی قرار دادیں طے کر لی گئی ہیں۔

(۱) جملہ فاصلے آئینے کی سطح کے مرکز یعنی آئینے کے قطب سے پیمائش کئے جائیں گے۔

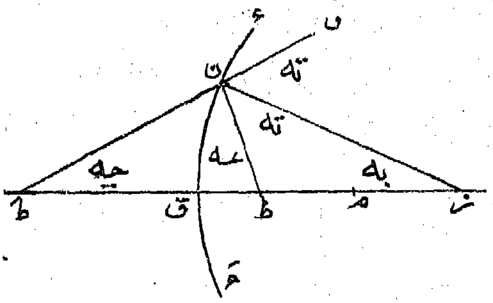
(۲) واقع روشنی کی سمت کے خلاف جتنے فاصلے پیمائش کئے جائیں گے وہ مثبت مانے جائیں گے اور واقع روشنی کی سمت میں جملہ فاصلے منفی سمجھے جائیں گے۔

ان قراردادوں کو نگاہ میں رکھا جائے تو حسابی مسائل و سوالات میں کوئی دقت نہ واقع ہوگی۔ اور اگر اس امر کا لحاظ رکھا جائے کہ مذکورہ بالا قرارداد کے بموجب مثبت اور منفی سمتیں وہی نکلتی ہیں جو ہم ترسیم کے سلسلے میں قائم کرتے ہیں تو پھر علامتوں میں غلطی کا امکان کم رہ جاتا ہے۔ اس کی توضیح کے لئے ہم مقعر آئینہ سے پیدا شدہ مجازی خیال کے لئے ضابطہ حاصل کریں گے۔

مقعر آئینہ، مجازی خیال فرض کرو کہ شکل ۴۲ میں حسب تسمیہ سابق ط = ایک شخص آئینہ کے سامنے، ط ت ق = منعکس شعاع کی سمت، جس کو پیچھے کی طرف خارج کیا گیا ہے تاکہ وہ صدر محور کو قطع کرے۔

ت ھ = زاویہ وقوع = ط ن ں

= زاویہ انعکاس = و ثَ ز



شکل ۴۲

عہ = ق ظ ن ،

بہ = ق ز ن ،

جہ = ق ظَ ن

ش = ق ظ ،

ص = ق ز ،

خ = ق ظَ

تو شکل سے

عہ = تہ + بہ

اور ۲ تہ = عہ + جہ

∴ عہ ـ جہ = ۲ بہ

اب $\text{عہ} = \frac{\text{ق ن}}{\text{ش}}$ ، $\text{بہ} = \frac{\text{ق ن}}{\text{ص}}$ ، $\text{جہ} = -\frac{\text{ق ن}}{\text{خ}}$

[∵ زاویئے چھوٹے ہیں

یہ منفی علامت اس لئے آئی کہ خود خ منفی ہے۔

∴ ان قیمتوں کو اوپر کی مساوات میں درج کرنے اور ق ن سے تقسیم کرنے پر

$\frac{1}{\text{ش}} + \frac{1}{\text{خ}} = \frac{2}{\text{ص}}$ حاصل ہوتا ہے۔

زوجی ماسکوں کے اضافی محل

اس سے پیشتر ہم بیان کر چکے ہیں کہ اوپر کی مساوات انعکاس کی جملہ صورتوں بالخصوص کروی آئینوں سے انعکاس کے لئے صحیح ہے۔

اب ہم چند صورتوں میں ظ کی کسی معین وضع کے لئے ظَ کا محل دریافت کریں گے۔

(۱) اگر ش = ∞ یعنی اگر واقع روشنی محور کے متوازی ہو

تو $\frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\infty} = \frac{2}{\text{ص}} = \frac{1}{\text{م}}$

لیکن $\frac{1}{\infty} = 0$

$$\therefore \frac{1}{\text{خ}} = \frac{2}{\text{ص}} = \frac{1}{\text{م}}$$

$$\therefore \text{خ} = \frac{\text{ص}}{2} = \text{م}$$

یعنی اگر شخص لاتناہی پر ہو تو خیال ماسکہ پر بنے گا۔

(۲) اگر $\text{ش} = \text{م}$ یعنی اگر شخص ماسکہ پر ہو۔

$$\text{تو} \quad \frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{م}}$$

$$\therefore \frac{1}{\text{خ}} = 0 \qquad \therefore \text{خ} = \infty$$

پس اگر شخص ماسکہ پر ہو تو خیال لاتناہی پر بنے گا۔

ان دونوں صورتوں سے واضح ہوا کہ ماسکہ اور لاتناہی ایک دوسرے کے زوج ہیں۔

(۳) اگر $\text{ش} = 2\,\text{م}$ یعنی شخص مرکز انحناء پر ہو۔

$$\text{تو} \quad \frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{2\,\text{م}} = \frac{1}{\text{م}}$$

$$\therefore \frac{1}{\text{خ}} = \frac{1}{2\,\text{م}}$$

$$\therefore \text{خ} = 2\,\text{م}$$

پس اگر شخص مرکز انحناء پر ہو تو خیال بھی مرکز انحناء پر ہوگا۔

اس سے معلوم ہوا کہ کروی آئینے کا مرکز انحناء خود اپنا زوج ہوتا ہے۔

ماسکی مساوات اگر آئینے کے قطب سے فاصلے پیمائش کرنے کے بجائے ماسکہ سے فاصلے پیمائش کئے جائیں تو مساوات کی شکل بدل جاتی ہے۔ لیکن پھر اس سے بہت مفید معلومات حاصل ہوتی ہیں۔ چنانچہ ہم اس مساوات کو اخذ کریں گے۔

مساوات $\frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}}$ کو

یوں لکھ سکتے ہیں۔

$$\text{ش}\,\text{م} + \text{خ}\,\text{م} - \text{ش}\,\text{خ} = 0$$

دونوں جانب م² جمع کرنے سے۔

ش خ − ش م − خ م + م² = م²

∴ ش (خ − م) − م (خ − م) = م²

∴ (ش − م) (خ − م) = م²

پس اگر لا = م سے ط کا فاصلہ

لاَ = " " طَ " "

تو مط = لا = ش − م

مطَ = لاَ = خ − م

∴ مساوات یہ ہوئی

لا لاَ = م²

اس ضابطے سے ہم ذیل کے قاعدے اخذ کر سکتے ہیں :—

(۱) چونکہ م² ایک مربع ہے اس لئے وہ ہمیشہ مثبت ہوگا۔ لہذا لا اور لاَ دونوں کی علامتیں ہمیشہ ایک ہی ہوں گی۔ یعنی

زوجی ماسکے ط اور طَ ہمیشہ م کے ایک ہی جانب ہوں گے۔

(۲) اگر لا طول ماسکہ م سے بڑا، برابر، یا چھوٹا ہو تو لاَ طول م سے چھوٹا، برابر یا بڑا ہوگا یعنی

اگر لا >=< م تو لاَ <=> م

(۳) آئینہ کے محور پر شخص کی حرکت کے ساتھ خیال کی حرکت کے متعلق ذیل کا قاعدہ یاد رکھنا چاہیئے :—

انعکاس سے جب کوئی خیال بنتا ہے تو آئینہ کے محور پر کسی معین سمت میں شخص کی حرکت اسی محور پر لیکن مخالف سمت میں خیال کی حرکت پیدا کر دیتی ہے۔

زوجی ماسکوں کی حرکت

ان قاعدوں کی بناء پر آئینہ کے ایک جانب لا انتہا ہی سے لے کر دوسری جانب لا انتہا تک زوجی ماسکوں کی حرکت معلوم کر سکتے ہیں۔ ہم پہلے مقعر آئینے کو لیں گے۔

جب لا = ∞ تو لاَ = ۰ یعنی جب ط لا متناہی پر ہو تو طَ نقطہ ص پر ہوگا۔
جب لا گھٹ کر + ∞ سے م تک آجائے تو لاَ بڑھ کر ۰ سے م تک ہو جائے گا۔
یعنی جب ط لا متناہی سے مر تک آئے تو طَ م سے مر تک آئے گا۔
جب لا = لاَ تو چونکہ لا لاَ = م^۲، اس لئے لا = لاَ = م،
یعنی جب ط نقطہ مر پر ہوگا تو طَ بھی اسی نقطہ پر ہوگا۔
جب لا گھٹ کر م سے ۰ ہو جائے تو لاَ بڑھ کر م سے + ∞ ہو جائے گا۔
یعنی جب ط نقطہ مر سے ص تک آئے تو طَ نقطہ مر سے لا متناہی تک حرکت کرے گا۔
جب لا گھٹ کر ۰ سے − م ہو جائے تو لاَ بڑھ کر − ∞ سے − م ہو جائے گا۔
یعنی جب ط نقطہ ص سے ق تک چلے تو طَ آئینے کے پیچھے لا متناہی سے ق تک حرکت کرے گا۔ جہاں مر کی طرح ط اور طَ منطبق ہو جاتے ہیں۔

اب اگر ط کوئی منور نقطہ ہو یا چھوٹا شخص ہو مثلاً بتی کا شعلہ تو ظاہر ہے کہ وہ ق سے آگے نہیں بڑھ سکتا۔ پس ہم نے مقعر کروی آئینے کے سامنے رکھے ہوئے شخص کے خیال کے جملہ ممکن محل دریافت کر لئے۔ اس کے متعلق ذیل کے امور اچھی طرح ذہن نشین کر لینا چاہئیں

(۱) جب شخص مر کے بعد کہیں بھی ہو تو خیال ص اور مر کے درمیان ہوگا۔
یعنی لا > م تو لاَ < م

(۲) جب شخص مر اور ص کے درمیان ہو تو خیال مر کے بعد ہوگا۔
یعنی لا < م تو لاَ > م

(۳) جب شخص ق اور ص کے درمیان ہو تو خیال آئینے کے پیچھے اور مجازی ہوگا۔
یعنی لا > − م تو لاَ < − م

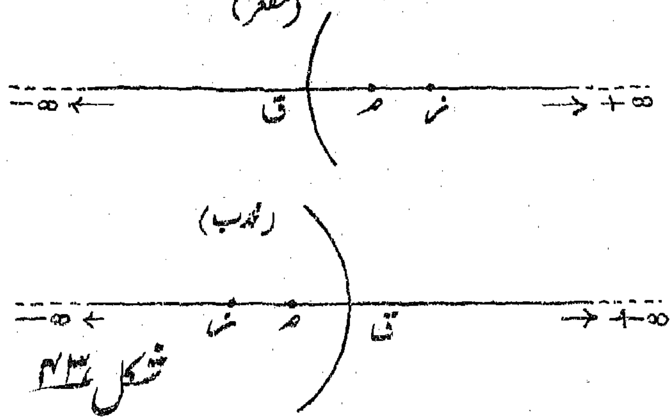
(۴) شخص اور خیال مر اور ق پر منطبق ہو جاتے ہیں۔
یعنی لا = ± م تو لاَ = ± م

نوٹ:۔ اگر کوئی مستدق پنسل کسی مقعر آئینہ پر واقع ہو تو اس کا راسکہ ط آئینے کے پیچھے ہوگا اور منعکس پنسل کا راسکہ طَ آئینے کے سامنے ہوگا۔ طَ کو اس صورت میں آئینے کے پیچھے ایک نقطہ ط کا خیال سمجھ سکتے ہیں پس جب لا گھٹ کر − م سے − ∞ ہو جاتا ہے تو لاَ بڑھ کر م سے ۰ ہو جاتا ہے۔ یعنی جب

ظ (آئینہ پر واقع متدق پنسل کا ماسکہ) ق سے لامتناہی تک چلتا ہے تو ظ نقطہ ق سے م تک حرکت کرتا ہے۔

اس صورت کو زیادہ اہمیت نہیں حاصل ہے کیونکہ عام طور پر متسع پنسلوں کے انعکاس ہی سے بحث کی جاتی ہے۔

اب ہم محدب آئینہ کو لیتے ہیں (شکل ۴۳)



شکل ۴۳

اس صورت میں صدر ماسکہ م آئینے کے پیچھے ہے پس جب ظ حقیقی نقطہ ہو تو لا کو م سے ہمیشہ بڑا اور اس لئے لاَ کو ہمیشہ چھوٹا ہونا چاہیئے۔

یعنی جب ظ آئینہ کے محاذ میں لامتناہی سے ق تک آتا ہے تو ظ کی حرکت م سے ق تک ہوتی ہے۔ عملاً صرف اس صورت کو اہمیت حاصل ہے۔

نوٹ:- جب کوئی متدق پنسل کسی محدب آئینہ پر واقع ہوتی ہے۔ تو اس کا ماسکہ ظ آئینے کے پیچھے ہوتا ہے اور زوجی ماسکہ ظ کا محل، ظ کی کسی معین وضع کے لئے علاقہ ذیل سے دریافت کیا جاتا ہے:-

$$لا \cdot لاَ = م^2$$

اب ہم جدول کی صورت میں ان تمام امور کو درج کرتے ہیں:-

مقعر آئینوں کے لئے زوجی ماسکوں کے محل

	شخص کا محل	لا کی قیمت	لاَ کی متناظر قیمت	خیال کا محل	خیال کی نوعیت: حقیقی یا مجازی	معکوس یا مستقیم	مکسر یا مکبر
(۱)	∞ پر	∞	۰	صدر ماسکہ پر	حقیقی	۰	۰
(۲)	∞ اور مرکز انحناء کے درمیان	+>م	+>م	صدر ماسکہ اور مرکز انحناء کے درمیان	حقیقی	معکوس	مکسر
(۳)	مرکز انحناء پر	+م	+م	مرکز انحناء پر	حقیقی	معکوس	مساوی
(۴)	صدر ماسکہ اور مرکز انحناء کے درمیان	+<م	+>م	مرکز انحناء اور لامتناہی کے درمیان	حقیقی	معکوس	مکبر
(۵)	ماسکہ پر	۰	∞	∞ پر	—	—	—
(۶)	ماسکہ اور قطب کے درمیان	−<م	−>م	آئینہ اور −∞ کے درمیان	مجازی	مستقیم	مکبر
(۷)	قطب پر	−م	−م	قطب پر	مجازی	مستقیم	مساوی

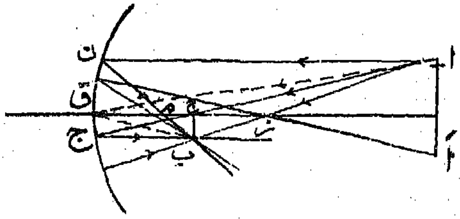
محدب آئینوں کے لئے زوجی ماسکوں کا محل

	شخص کا محل	لا کی قیمت	لاَ کی متناظر قیمت	خیال کا محل	خیال کی نوعیت: حقیقی یا مجازی	معکوس یا مستقیم	مکسر یا مکبر
(۱)	∞ پر	∞	۰	صدر ماسکہ پر	مجازی	۰	۰
(۲)	∞ اور آئینہ کے درمیان	+>م	+<م	صدر ماسکہ اور آئینہ کے درمیان	مجازی	مستقیم	مکسر
(۳)	قطب پر	+م	+م	قطب پر	مجازی	مستقیم	مساوی

کروی آئینوں میں خیال کی تکوین

اگر کسی معین جسامت کے شخص کو مقعر آئینہ کے سامنے ۱ پر رکھا جائے تو اس کا ایک خیال پیدا ہوگا، جس کا محل اور جس کے ابعاد ذیل کے طریقہ پر دریافت کئے جا سکتے ہیں:- (شکل ۴۴)

۱ سے ایک شعاع صدر محور کے متوازی چل کر آئینہ سے منعکس ہوگی اور نقطہ ماسکہ م میں سے گزرے گی۔ اس لئے منعکس شعاع کی سمت ن ب ہوگی۔



شکل ۴۴

شعاع ۱ ق جو قطب پر واقع ہوگی وہ بعد انعکاس سمت ق ب اختیار کرے گی، کیونکہ دونوں شعاعیں محور سے مساویانہ مائل ہوں گی۔

شعاع ۲ ض جو مرکز انحنا ء ض میں سے گزرے گی وہ آئینہ پر عموداً واقع ہوگی، اس لئے منعکس شعاع بھی اسی راستے واپس آئے گی۔

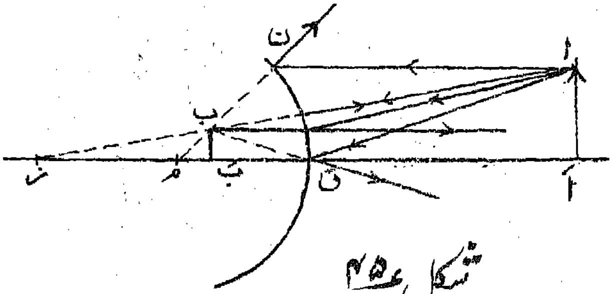
شعاع ۱ م ج جو ماسکہ م میں سے گزرے گی، آئینہ پر واقع ہونے پر بعد انعکاس محور کے متوازی ہو جائے گی۔ چنانچہ منعکس شعاع ج ب ہوگی۔

یہ جملہ منعکس شعاعیں نقطہ ب میں سے گزرتی ہیں۔ اس لئے نقطہ ب نقطہ ۲ کا خیال ہوگا۔

شخص ۱ کے ہر نقطہ سے اسی طرح کا ایک خیال بنے گا، اس لئے یہ جملہ خیال ب اور آئینہ کے محور کے درمیان واقع ہوں گے۔ لہذا پورے شخص کا خیال ب ب حاصل ہو جائے گا۔

واضح رہے کہ کسی ایک نقطہ کے خیال کے لئے بہ یک وقت چاروں شعاعوں کے کھینچنے کی ضرورت نہیں۔ صرف دو شعاعیں کافی ہیں۔ بالخصوص ایک تو وہ شعاع جو

محور کے متوازی واقع ہوتی ہے اور دوسری وہ جو مرکز انحنا ہیں سے گزر کر واقع ہوتی ہے۔ اکثر صورتوں میں یہی دو شعاعیں کافی ہوسکتی ہیں۔ محدب آئینہ کے لئے بھی اسی طرح کا عمل کیا جا سکتا ہے۔ صرف فرق یہ ہے کہ ا سے مرکز انحنا اور صدر ماسکہ تک جو شعاعیں کھینچی جاتی وہ ان نقطوں تک پہنچنے سے پہلے ہی منعکس ہوجاتی ہیں۔



شکل ۴۵

منعکس شعاعیں ایک دوسرے سے منتسع ہوجاتی ہیں اس لئے حقیقی خیال نہیں بنا سکتیں۔ ان شعاعوں میں سے کوئی بھی شعاع کسی آنکھ کو پہنچے گی تو اس آنکھ کو شعاعیں ب سے آتی دکھائی دیں گی۔ یہ وہ نقطہ ہے جہاں کہ منعکس شعاع آئینہ کے پیچھے خارج کئے جانے پر متقاطع ہوتی ہیں۔ لہذا ب پر جو خیال بنے گا وہ مجازی ہوگا۔ اس کا محل اور اس کی قامت ترسیماً حسب شکل ۴۵ دریافت کی جا سکتی ہے۔

اس طرح سے شکلیں کھینچی جائیں تو جدول کی ہر وضع کے لئے شکلیں حاصل ہوسکتی ہیں۔

تکبیر خیال کی قامت کو شخص اصلی کی قامت سے جو نسبت ہوتی ہے اس کو تکبیر کہتے ہیں۔

یہ تکبیر صرف اسی مناظری نظام سے متعلق ہوگی جو خیال پیدا کرتا ہے۔

کروی آئینہ سے جو تکبیر پیدا ہوتی ہے اس کو شکل ۴۴ اور شکل ۴۵ سے مختلف طریقوں پر دریافت کیا جا سکتا ہے۔

(۱) چنانچہ محولہ بالا شکلوں میں △ ا اَ ق اور △ ب بَ ق مساوی الزاویہ ہیں، اس لئے متشابہ ہیں۔

∴ ت = تکبیر = $\frac{\text{قامت خیال}}{\text{قامت شخص}}$ = $\frac{\text{ب بَ}}{\text{ا اَ}}$ = $\frac{\text{قَ بَ}}{\text{ق اَ}}$ =

$\frac{\text{آئینہ سے خیال کا فاصلہ}}{\text{آئینہ سے شخص کا فاصلہ}}$ = $\frac{\text{خ}}{\text{ش}}$

شکل ۴۴ میں خیال معکوس ہے، اور خ اور ش دونوں مثبت ہیں۔

∴ جب $\frac{\text{خ}}{\text{ش}}$ = + تو خیال معکوس ہوگا۔

شکل ۴۵ میں خیال مستقیم ہے، اور ش مثبت ہے اور خ منفی،

∴ جب $\frac{\text{خ}}{\text{ش}}$ = - تو خیال مستقیم ہوگا۔

قاعدہ:— اوپر کی مساوات کو قاعدہ کی شکل میں یوں بیان کیا جا سکتا ہے:—
خیال اور شخص کے خطی العاد آئینے سے اُن کے فاصلوں کی نسبت میں ہوتے ہیں۔

(۲) △ ا اَ مز اور △ ب بَ مز متشابہ ہیں۔

∴ $\frac{\text{ب بَ}}{\text{ا اَ}}$ = $\frac{\text{بَ مز}}{\text{اَ مز}}$ = $\frac{\text{مرکزِ انحناء سے خیال کا فاصلہ}}{\text{مرکزِ انحناء سے شخص کا فاصلہ}}$ = $\frac{\text{مز ۲}}{\text{مز ۱}}$ (بالفرض)

∴ ت = $\frac{\text{ص - خ}}{\text{ش - ص}}$ = $\frac{\text{مز ۲}}{\text{مز ۱}}$

حسب سابق اگر آئینہ مقعر ہے تو ت کی قیمت منفی ہوگی۔ ورنہ مثبت

(۳) △ م ج قَ (شکل ۴۴) میں ج ق کو ب بَ کے مساوی مانا جا سکتا ہے۔ اس لئے △ م ج قَ ایک تقریباً مستوی مثلث ہوگا۔

∴ ت = $\frac{\text{ب بَ}}{\text{ا اَ}}$ = $\frac{\text{ج ق}}{\text{ا اَ}}$ = $\frac{\text{م ق}}{\text{م اَ}}$

= $\frac{\text{م}}{\text{ش - م}}$ = $\frac{\text{آئینہ کا طول ماسکہ}}{\text{ماسکہ سے شخص کا فاصلہ}}$

حسب سابق آئینوں کے اعتبار سے علامت کا لحاظ رکھا جائے۔

(۴) △ ب بَ ص اور △ م ن ق مشابہ ہیں، کیونکہ قوس ق ن کو خط ۱۱َ کے مساوی مانا جا سکتا ہے۔

$$\therefore ت = \frac{ب\,بَ}{۱\,۱َ} = \frac{ب\,بَ}{ن\,ق} = \frac{م\,بَ}{م\,ق}$$

$$= \frac{خ - م}{م} = \frac{\text{ماسکہ سے خیال کا فاصلہ}}{\text{آئینہ کا طول ماسکہ}}$$

حسب سابق علامت کا لحاظ رکھا جائے۔

واضح رہے کہ ان ضابطوں کے اخذ کرنے میں شکل ۴۴ سے مدد لی گئی ہے لیکن ادنیٰ تامل سے معلوم ہو سکتا ہے کہ شکل ۴۵ سے بھی یہی ضابطہ اخذ ہو سکتے ہیں۔

اس طرح تکبیر کے لئے ہم نے چار ضابطے اخذ کئے جو ذیل میں درج ہیں:-

$$ت = \frac{\text{خیال}}{\text{شخص}} = \frac{خ}{ش} = \frac{س_۲}{س_۱} = \frac{م}{ش - م} = \frac{خ - م}{م}$$

(۵) یہ چاروں ضابطے مساوی لئے گئے ہیں۔ اس کا ثبوت ہم عام مساوات سے بآسانی دے سکتے ہیں۔ چنانچہ

$$\frac{۱}{م} = \frac{۱}{ش} + \frac{۱}{خ}$$

طرفین کو خ سے ضرب دینے سے

$$\frac{خ}{م} = \frac{خ}{ش} + ۱$$

$$\therefore \frac{خ}{ش} = \frac{خ}{م} - ۱ = \frac{خ - م}{م}$$

یعنی پہلے اور چوتھے ضابطے مساوی ہوئے۔

اسی طرح اگر طرفین کو ہم ش سے ضرب دیں تو۔

$$\frac{ش}{خ} + ۱ = \frac{ش}{م}$$

$$\therefore \frac{\text{ش}}{\text{خ}} = \frac{\text{ش}}{\text{م}} - ۱ = \frac{\text{ش} - \text{م}}{\text{م}}$$

$$\therefore \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = \frac{\text{م}}{\text{ش} - \text{م}}$$

یعنی پہلے اور تیسرے ضابطے مساوی ہوئے۔

پھر دوسرے ضابطے سے

$$\text{ف} = \frac{\text{ن}_۲}{\text{ن}_۱} = \frac{\text{ص} - \text{خ}}{\text{ش} - \text{ص}} = \frac{\text{خ}\left(\frac{۱}{\text{خ}} - \frac{۱}{\text{ص}}\right)}{\text{ش}\left(\frac{۱}{\text{ص}} - \frac{۱}{\text{ش}}\right)}$$

$$\text{لیکن چونکہ}\quad \frac{۱}{\text{خ}} + \frac{۱}{\text{ش}} = \frac{۱}{\text{م}} = \frac{۲}{\text{ص}}$$

$$\therefore \frac{۱}{\text{خ}} - \frac{۱}{\text{ص}} = \frac{۱}{\text{ص}} - \frac{۱}{\text{ش}}$$

$$\therefore \text{ف} = \frac{\text{ن}_۲}{\text{ن}_۱} = \frac{\text{خ}}{\text{ش}}$$

یعنی پہلے اور دوسرے ضابطے مساوی ہوئے۔

(۲) اوپر کے ضابطے خطی ابعاد کے لئے ہیں۔ سطحی ابعاد کے لئے ضابطے حسب ذیل ہوں گے۔

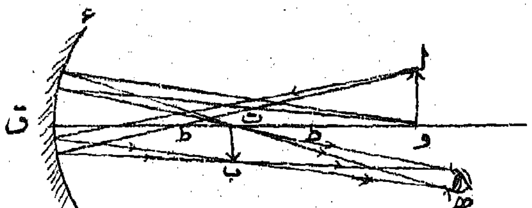
$$\frac{\text{خیال کا رقبہ}}{\text{شخص کا رقبہ}} = \left(\frac{\text{خ}}{\text{ش}}\right)^۲ = \left(\frac{\text{ن}_۲}{\text{ن}_۱}\right)^۲ = \left(\frac{\text{م}}{\text{ش} - \text{م}}\right)^۲ = \left(\frac{\text{خ} - \text{م}}{\text{م}}\right)^۲$$

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ شخص اور اس کے خیال کے فاصلے معلوم ہوں تو ہم خیال کی نوعیت کو پورے طور پر دریافت کر سکتے ہیں۔

کروی آئینے میں انعکاس سے پیدا شدہ خیال کو دکھلانے والی شعاعوں کا راستہ

اگر شخص صدر محور کے قریب ہوگا تو خیال بھی صدر محور کے قریب ہوگا۔ اس لئے آنکھ کو بھی محور سے دور نہ ہونا چاہیے۔

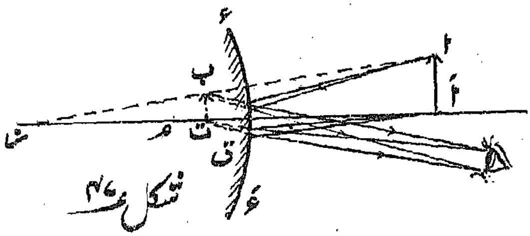
فرض کرو کہ شکل ۴۶ میں۔
ع عَ = ایک مقعر آئینہ۔
ا اَ = ایک شخص
ب بَ = شخص کا حقیقی خیال۔
ھ = آنکھ کا محل۔



شکل ۴۶

یہ خیال منعکس شعاعوں کے تقاطع سے پیدا ہوتا ہے اور اس لئے منور بالذات نہیں ہے۔ لہذا اس کو وہی شعاعیں دکھلا سکتی ہیں جو دراصل شخص سے چلی ہوں اور خیال میں سے ہوتی ہوئی آنکھ میں داخل ہوں۔

پس شعاعوں کے راستے کے لئے
ب سے متسع ایک پنسل کھینچو جو آنکھ میں داخل ہو۔
پیچھے کی طرف شعاعوں کو خارج کرو کہ وہ ب کے قریب آئینے سے ملیں۔
ان نقاط تقاطع کو ا سے ملا دو۔
اب جن شعاعوں کی وجہ سے نقطہ ب دکھائی دیتا ہے وہ واقع پنسل ا ق اور منعکس پنسل ق ب ھ میں موجود ہیں۔ یہی عمل دوسرے نقطہ بَ نیز بقیہ تمام نقطوں کے لئے کام میں لایا جا سکتا ہے۔



شکل ۴۷

یہی عمل ان بصری شعاعوں کے لیئے بھی صحیح ہے جن سے کسی محدب آئینہ میں مجازی خیال دکھلائی دیتا ہے۔ (شکل ۴۷)

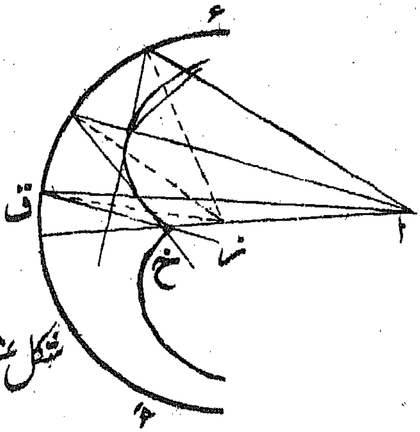
مقعر آئینے میں جو مجازی خیال بصورت خاص پیدا ہوتا ہے۔ اس کے لئے بھی یہی عمل ہوگا۔

آئینوں کے نقائص

کروی ضلالت :- صرف مستوی آئینے میں خیال کامل بنتا ہے اس لئے اس صورت میں آئینے کے سہوہ کے متعلق کسی مفروضہ کی ضرورت نہیں۔

لیکن کروی آئینوں کے مسئلہ میں ہم نے یہ مان لیا تھا کہ انعکاس صدر محور کے قریب سے ہوتا ہے یعنی بالفاظ دیگر آئینہ کا سہوہ بہت چھوٹا مانا تھا۔

اب ہم دیکھنا چاہتے ہیں کہ بڑے سہوہ کے آئینوں سے خیال کیونکر بنتا ہے اور اس میں کیا کیا نقائص پیدا ہو جاتے ہیں۔ شکل ۴۸ میں



شکل ۴۸

ع ع = ایک نصف کروی آئینہ۔

ق = قطب

ما = مرکز انحناء

ا = منور نقطہ

خ = اس کا خیال

ق کے قریب کی شعاعیں ایک دوسرے سے اور محور سے خ پر ملتی ہیں۔ یہی ا کا خیال ہے۔

جب آئینہ کے دیگر حصوں سے انعکاس ہو تو خ کے مقابلہ میں آئینہ سے قریب تر خیال بنتا ہے۔ اور نقطہ وقوع جتنا دور ہوگا اتنا ہی قطب کے قریب خیال بنے گا۔

اس سے معلوم ہوا کہ منعکس شعاعیں اب ایک منفرد نقطہ میں سے نہیں گزرتیں۔ بلکہ وہ صدر محور کے گرد ایک رقبہ پر پھیل جاتی ہیں۔ ایسی شعاعیں ابہامی شعاعیں کہلاتی ہیں۔ اس منظر کو کروی ضلالت کہتے ہیں۔

کمی حیثیت سے آئینہ کی کروی ضلالت سے مراد وہ فاصلہ ہے جو صدر ماسکہ سے اس نقطہ کا ہوتا ہے جہاں کہ صدر محور کے متوازی آئینہ کے محیط سے آنے والی شعاعیں بعد انعکاس محور کو قطع کرتی ہیں۔

آتشی منحنی جب کسی جسم سے شعاعیں آئینے کی سطح پر ایسے نقطوں پر واقع ہوں جو قطب سے دور اور ایک دوسرے کے قریب ہوں تو منعکس شعاعیں صدر محور کو قطع کرنے سے پہلے ایک دوسرے کو قطع کرتی ہیں۔ یہ نقطہ انقطاع ایک قسم کا ماسکہ ہوتا ہے۔ اگر تمام ایسے ماسکوں کو ملایا جائے تو وہ ایک خط منحنی پر واقع ہوں گے جس کو جملہ منعکس شعاعیں مس کریں گی۔ اس منحنی کو آتشی منحنی کہتے ہیں۔

خیال خ آتشی منحنی کے قرن پر واقع ہوگا۔

اگر نصف کرہ ب ع ع کو گردش دی جائے تو ایک گردشی نصف کرہ بن جائے گا اور پھر آتشی منحنی سے ایک سطح پیدا ہوگی جس کو آتشی سطح کہتے ہیں۔

صدر محور پر ا کی حرکت کے ساتھ آتشی منحنی کی شکل بدلتی رہتی ہے۔ چونکہ اس منحنی پہ شعاعیں قریب تر آجاتی ہیں اس لئے اس مقام پر کاغذ یا کوئی دوسری سفید سطح ہو تو ایک روشن منحنی بن جائے گا۔

اس کی ایک مثال یہ ہے کہ چار کی پیالی کچھ کم لب تک دودھ سے بھر دی جائے اور پھر سورج کی روشنی تقریباً افقاً اس پر واقع ہو۔ یہاں پیالی کا اندرونی حصہ آئینہ کا کام دیتا ہے۔

آتشی منحنی کو حاصل کرنے کا ایک دوسرا بہتر طریقہ یہ ہے کہ مجلا فولادی کمانی کے ایک ٹکڑے کو دائرے کی شکل میں موڑ دیا جائے اور نقشہ کشی کے تختے پر رکھ دیا جائے۔

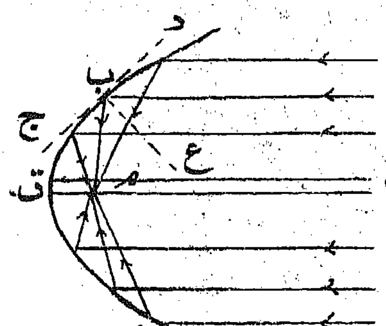
نوٹ:— ان نقائص کی وجہ سے کروی آئینوں کے لئے ضروری ہے کہ انعکاس قطب کے قریب لیا جائے ورنہ ضابطے صحیح نہ ہوں گے۔

کروی ضلالت آئینوں کا ایسا نقص ہے جس کو دور کرنا بہت مشکل ہے۔ زیادہ سے زیادہ یہ ہو سکتا ہے کہ اس نقص کو کم سے کم کر دیا جائے۔ اس کی ایک صورت تو یہ ہے کہ آئینہ بہت چھوٹے سہوہ کے استعمال کئے جائیں۔ لیکن چونکہ اس میں ہمیشہ سہولت نہیں ہوتی اس لئے دوسرا طریقہ یہ اختیار کرتے ہیں کہ آئینوں پر ایک نقاب چڑھا دیتے ہیں جس کے بیچ میں ایک سوراخ ہوتا ہے۔ اس سے انعکاس صرف قطب ہی کے قریب سے ہوتا ہے۔ خیال بہت واضح بنتا ہے لیکن روشنی کی مقدار البتہ کم ہو جاتی ہے۔ اس لئے نقاب کا سوراخ صرف ایک حد تک چھوٹا کر سکتے ہیں۔

مکافی (تشلیجی) اور ناقصی (بیضوی) آئینے چونکہ بڑے سہوہ کے کروی آئینوں کی

صورت میں متوازی شعاعیں بعد انعکاس سب کی سب ماسکہ میں سے نہیں گزرتیں۔ اس لئے اگر کسی منور نقطہ کو ماسکہ پر رکھ دیا جائے گا تو وہ بعد انعکاس متوازی شعاعیں نہیں پیدا کرے گا۔ چونکہ کسی عاکس سے جب کوئی روشنی ڈالی جاتی ہے تو روشنی کی چمک اور اس کے فاصلے دونوں کا انحصار شعاعوں کے متوازی کر دینے پر ہوتا ہے، ورنہ آئینے سے فاصلے کے بڑھنے کے ساتھ ساتھ شعاعیں وسیع سے وسیع تر رقبہ پر پھیل جاتی ہیں، اس لئے ضرورت اس امر کی لاحق ہوتی ہے کہ کوئی ایسا آئینہ تیار کیا جائے کہ کسی ایک منفرد نقطے سے چل کر شعاعیں منعکس ہوں تو سب کی سب متوازی ہو کر نکلیں خواہ عاکس کا سہوہ کتنا ہی بڑا کیوں نہ ہو۔ اور بالعکس اگر کسی شعاع کو ایسے آئینہ سے منعکس کیا جائے تو بعد انعکاس وہ ایک نقطہ پر ماسکہ میں آئیں۔

ان اغراض کی تکمیل شلجمی آئینہ سے ہوتی ہے۔ شکل ۴۹ میں اس کی ایک تراش ب ق ھ دکھائی گئی ہے۔ اس شکل کو اگر محور ا ق کے گرد گردش دے دی جائے تو آئینہ پیدا ہو جائے گا۔



شکل ۴۹

قطع مکافی کی ایک خاصیت یہ ہوتی ہے کہ ماسکہ میں سے ایک خط ھ ب، اور محور کے متوازی ایک خط ب س، مماس ج ب د کے ساتھ نیز عماد ب ع کے ساتھ مساوی زاویئے بناتے ہیں۔ پس اس سے یہ نتیجہ نکلا کہ س ب کی طرح کی تمام شعاعیں بعد انعکاس ماسکہ ھ میں سے گزرتی ہیں۔ اور اس لئے جملہ شعاعیں ایک نقطہ پر ماسکہ میں آجاتی ہیں۔

اسی طرح اگر کامل طور سے متوازی شعاع کی ضرورت ہو تو ایسے آئینے کے ماسکہ پر ایک چھوٹا منبع نور رکھ دیا جاتا ہے۔ اس سے جو شعاعیں نکلتی ہیں وہ آئینہ سے انعکاس کے بعد محور کے بالکل متوازی خارج ہوتی ہیں۔ چنانچہ اس اصول کو لالٹینوں اور لمپوں کے لئے کام میں لایا جاتا ہے۔ (تفتیشی روشنی سرچ لائٹ) کے لئے قوسی لمپ کا منور حصہ ھ پر رکھا جاتا ہے۔ منعکس شعاعیں محور کے متوازی ہو کر نکلتی ہیں۔ اور چونکہ کوئی پھیلاؤ واقع نہیں ہوتا اس لئے روشنی کی حدت کافی فاصلہ تک باقی رہتی ہے۔ اگر کوئی پھیلاؤ واقع ہو بھی تو اس کا سبب یہ ہوتا ہے کہ منور

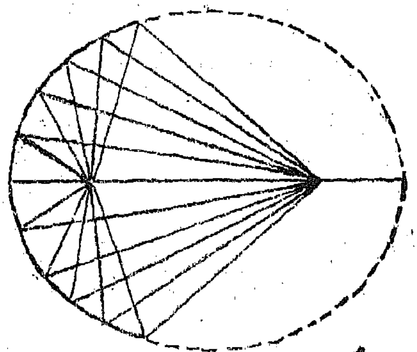
مبدء محض نقطہ تک محدود نہیں ہوتا۔

اگر مبدء نور ٹھیک ماسکہ پر نہ ہو بلکہ ماسکہ اور آئینہ کے درمیان ہو تو بعد انعکاس شعاعیں متسع ہو جائیں گی۔ اور اگر مبدء نور ماسکہ سے باہر ہوگا تو شعاعیں نور بعد انعکاس متدق ہو جائیں گی۔

موٹر گاڑیوں کے سامنے کی روشنیوں کے لئے اس کا لحاظ ضروری ہے۔

فلکی دوربینوں کے لئے بھی آئینے اسی شکل کے ہوتے ہیں۔

اسی طرح اگر آئینہ ناقصی (شکل ۵۰) ہو اور اس کے ایک ماسکہ پر کوئی شخص رکھ دیا جائے، تو اس سے روشنی کی جو شعاعیں نکلیں گی وہ بعد انعکاس متدق ہو جائیں گی تاکہ آئینہ کے دوسرے ماسکہ میں سے گزر سکیں۔ اس کا سبب یہ ہے کہ ناقصی سطح کے ہر نقطہ پر عماد ان خطوں کے ساتھ مساوی زاویئے بناتا ہے جو اس نقطہ سے ناقصی کے ہر دو ماسکوں تک کھینچے جائیں۔



شکل ۵۰

واضح رہے کہ جب کسی نقطی مبدء سے روشنی خارج ہو کر کسی آئینہ کی منحنی سطح سے منعکس ہو تو کامل طور پر ایک نقطی ماسکہ صرف خاص صورتوں میں حاصل ہو سکتا ہے۔

کروی سطح کی صورت میں شخص کو اگر مرکز انحنا پر رکھیں تو حاصل خیال شخص سے منطبق ہوگا۔

شلجمی سطح کے لئے نقطی ماسکہ اس وقت حاصل ہوتا ہے جبکہ شخص آئینہ سے محور کی سمت میں غیر محدود فاصلہ پر ہو، یا شخص مکافی کے ماسکہ پر ہو۔ اس صورت میں نقطی خیال لا تناہی پر بنتا ہے۔

ناقصی سطح کی صورت میں شخص کو کسی ایک ماسکہ پر رکھنے سے دوسرے ماسکہ پر نقطی خیال حاصل ہوگا۔

کوئی ایک سطح ایسی نہیں بنائی جا سکتی جو کسی شخص کی جملہ وضعوں کے لئے منعکس شعاعوں کا ایک کامل غیر ابہامی نظام پیدا کر دے۔ شخص کی مذکورہ بالا وضعوں کے علاوہ کسی وضع کے لئے منعکس شعاعیں ایسی سمتوں میں چلتی ہیں جو کسی خاص آتشی سطح پر مماس ہوتی ہیں اور آئینہ کے کسی چھوٹے حصے سے منعکس روشنی ابہامی پنسل کی شکل میں ہوتی ہے۔

اطلاقات

گزشتہ پارے میں ایک طرح سے آئینوں کا استعمال بتایا گیا ہے۔ یہاں مزید اطلاقات بیان کئے جائیں گے۔

(۱) طبیعی آلات میں آئینے اکثر ایک سمت خاص میں روشنی بھیجنے کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں سورج کی روشنی کو ایک خاص سمت میں بھیجنا ہو تو آئینے کو متحرک کرنا پڑے گا۔ اس کی حرکت ایسی ہونی چاہیئے کہ سورج کی ظاہری یومیہ حرکت کی وجہ سے شعاعوں کی سمت میں جو مسلسل تبدیلی پیدا ہوتی رہتی ہے اس کی تلافی ہو جائے۔ اس غرض کے حاصل کرنے کے لئے گھڑی کی مشین سے کام لیا جاتا ہے۔ آئینہ اس مشین میں لگا دیا جاتا ہے جس سے وہ سورج کے راستہ کا اتباع کرتا ہے۔ اس قسم کے آلہ کو **مقوم شمس** کہتے ہیں۔

(۲) روشنی کے انعکاس سے قلموں کے زاویوں کی بھی پیمائش کی جاتی ہے۔ اس غرض کے لئے جو آلے استعمال کئے جاتے ہیں ان کو **انعکاسی زاویہ پیما** کہتے ہیں۔

(۳) مقعر آئینوں کو زمانۂ قدیم سے "آتشی شیشے" کی طرح استعمال کیا جاتا رہا ہے۔ اگر کسی مقعر آئینے کو سورج کے سامنے رکھ دیا جائے تو سورج کی تمام شعاعیں ایک مقام پر مجتمع ہو جائیں گی جو آئینہ کا ماسکہ ہوگا۔ چونکہ سورج کی شعاعوں میں روشنی کے ساتھ ساتھ حرارت بھی ہوتی ہے اس لئے ماسکہ پر بہت گرمی بھی ہوگی، چنانچہ اگر روئی یا کوئی جلد جل اٹھنے والی چیز وہاں رکھ دی جائے تو وہ شعلہ پکڑ لے گی۔ یہ حرارت اتنی کافی ہوتی ہے کہ اس سے کھانا پکانے کا کام بھی لیا جا سکتا ہے۔

(۴) آئینوں سے روشنی کے انعکاس سے سرمینس نے اس طرح فائدہ اٹھایا کہ سورج کی روشنی کی مدد سے دور دراز فاصلوں سے پیام رسانی کر لی۔ اس آلہ کو **شمس نگار** کہتے ہیں۔ یہ آلہ ایک آئینہ پر مشتمل ہوتا ہے جو قطر میں تقریباً ۴ً ہوتا ہے، یہ ایک تپائی پر نصب ہوتا ہے اور اس میں ایسی مناسب صنعتیں رکھی جاتی ہیں کہ سورج کی روشنی اس پر واقع ہو کر کسی دور کے مقام پر منعکس کی جا سکے۔ پھر مشاہد ایک دوربین کی مدد سے سورج کی شعاعوں کے انعکاس کو روشنی کے ایک دھبے کے طور پر دیکھتا ہے۔ آئینہ میں ایسی مشین لگا دی جاتی ہے کہ وہ سورج کی ظاہری حرکت کا اتباع کرے۔ ایک پیرم کنجی بھی ہوتی ہے جس سے پیام بھیجنے والا آئینے کو بہت چھوٹے سے زاویئے میں منصرف کر دیتا ہے جس سے روشنی دائیں یا بائیں منصرف ہو جاتی ہے۔ اس لئے دور کے مقام پر مشاہد کو دائیں یا بائیں

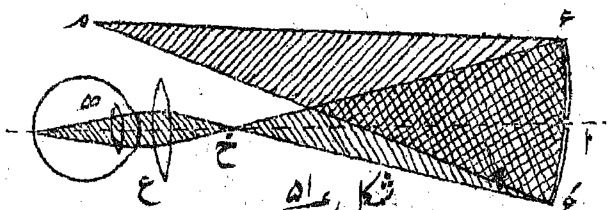
روشنی کی جھلک نظر آتی ہے۔ اس سے مقررہ ضابطہ کے بموجب الفاظ بن سکتے ہیں اور پیام رسانی ہوسکتی ہے۔

ظاہر ہے کہ یہ طریقہ اسی وقت کام دے سکتا ہے جبکہ سورج کی روشنی موجود ہو۔ لیکن اس آلے میں یہی بڑا فائدہ ہے کہ وہ سادہ اور نقل پذیر ہے۔ اس کے ذریعے ۱۲ الفاظ فی دقیقہ کی شرح سے ۱۹۰ میل تک پیام رسانی کی گئی ہے۔

اس کا استعمال زیادہ تر فوجیں کرتی ہیں اور اب بھی باوجود برقی پیام رسانی کے اس کو کبھی کبھی کام میں لایا جاتا ہے۔

(۵) آنکھ کے اندرونی حصوں کو دیکھنے کے لئے مقعر آئینہ استعمال کیا جاتا ہے۔ ایسے آلے کو رمد نما کہتے ہیں۔

رمد نما کی ایک شکل ذیل میں درج ہے۔ (شکل ۵۱)



شکل ۵۱

ہ ہ = ایک مقعر آئینہ جس کے مرکز پر ایک سوراخ ا ہے۔

ہ = ایک آنکھ جس کا امتحان مقصود ہے۔

م = ایک مبدء نور جو آنکھ کے قریب سے قریب لیکن اس سے ذرا پیچھے رکھا جاتا ہے۔

ع = ایک عدسہ جو آنکھ کے سامنے رکھا جاتا ہے۔

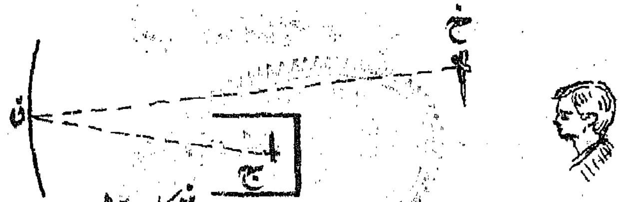
مبدء سے روشنی چل کر مقعر آئینہ پر واقع ہوتی ہے۔ یہ آئینہ کسی قدر مائل ہوتا ہے جس کا سے ایک حقیقی خیال خ پر ا اور پتلی کو ملانے والے خط پر بن جاتا ہے۔ عدسہ ع اس طرح رکھا جاتا ہے کہ خیال اس کے ماسکہ پر بنے۔ اس لئے اب جو شعاعیں خ سے چلیں گی وہ عدسہ میں سے گزرنے کے بعد متوازی ہو جائیں گی اور پھر ہ آنکھ کے اندرونی پردوں پر ان کی تمبیک ہو جائے گی۔ اور وہاں سے جو روشنی چلے گی وہ عدسہ

میں سے گزرنے کے بعد خ پر ماسکہ میں آئے گی، اس لئے اگر ا سے خ تک فاصلہ اَ کے مساوی ہو یا اس سے زیادہ ہو تو ایک طبعی آنکھ کو ا میں سے دیکھنے پر آنکھ ھ کے پردے خ پر معکوس نظر آئیں گے۔

اس طرح آنکھ کی اندرونی حالت کا پورا پورا معائنہ ہو جاتا ہے۔

(۶) مقعر آئینے تفریح طبع کا بھی سامان بہم پہنچاتے ہیں چنانچہ "طلسمی خنجر" اور "طلسمی گلدستہ" اس کی بہترین مثالیں ہیں۔

طلسمی خنجر:— تشکل ۵۲ میں ایک مقعر آئینہ استعمال کیا گیا ہے اور اس سے جو کیفیت پیدا ہوتی ہے اس کو "طلسمی خنجر" کہتے ہیں۔ ایک خنجر ایک بکس کے اندر ج پر الٹا رکھا جاتا ہے۔ بکس کے اندر برقی لمپ ہوتے ہیں جو دکھلائے نہیں گئے ہیں اس طرح خنجر پر روشنی بہت تیز ہوتی ہے۔



شکل ۵۲

اس سے جو شعاعیں چلتی ہیں وہ ق پر ایک آئینہ پر واقع ہوتی ہیں۔ آئینہ سے منعکس ہو کر وہ خ پر ایک حقیقی مستقیم خیال بناتی ہیں۔

یہ طلسم ایک تاریک کمرے میں دکھایا جاتا ہے۔ دیکھنے والا اپنے سامنے ایک روشن خنجر دیکھتا ہے، جو گرفت کرنے پر بالکل ہوا ہو جاتا ہے۔ اس کے علاوہ اگر دیکھنے والا ایک طرف ہو جائے اس طرح کہ منعکس شعاعیں اس تک نہ پہنچیں تو خنجر غائب ہو جاتا ہے۔ دیکھنے والے کو اصلی خنجر دکھائی نہیں دیتا اور نہ وہ لمپ دکھائی دیتے ہیں جو اس کو روشن کرتے ہیں، کیونکہ وہ تو بکس کے اندر مستور ہیں۔ اگر اس کو اچھے طریقے پر دکھایا جائے تو یہ طلسم بہت دلچسپ ہے۔

طلسمی گلدستہ:— یہ بھی اوپر کے طلسم کی ایک دوسری شکل ہے۔ بجائے خنجر کے ایک گلدستہ الٹا کر کے بکس کے اندر رکھ دیا جاتا ہے اور خ پر ایک گلدان سیدھا رکھ دیا جاتا ہے۔ جب دیکھنے والا گلدان اور آئینہ سے ہم خط ہو کر۔

دیکھتا ہے۔ تو گلدان کے اندر سیدھا گلدستہ رکھا نظر آتا ہے۔ جوں ہی وہ ایک طرف کو ہو جاتا ہے گلدستہ غائب ہو جاتا ہے۔

مشقی سوالات ۴

(۱) ایک مقعر آئینہ کا طول ماسکہ ۲ میٹر ہے۔ خیال کا محل بتلاؤ جبکہ شخص آئینہ سے علی الترتیب ۱، ۲، ۳، ۴، اور ۵ میٹر کے فاصلے پر ہو۔

آئینوں کے عام ضابطے سے $\frac{1}{\text{خ}} = \frac{1}{\text{م}} - \frac{1}{\text{ش}}$ ∴ $\text{خ} = \frac{\text{م ش}}{\text{ش} - \text{م}}$

پس پہلی صورت میں $\text{خ}_{۱} = \frac{۱ \times ۲}{۲ - ۱} = -۲$ میٹر، یعنی خیال آئینہ سے ۲ میٹر پیچھے ہے۔

دوسری ″ $\text{خ}_{۲} = \frac{۲ \times ۲}{۲ - ۲} = \infty$، یعنی خیال لامتناہی پر ہے۔

تیسری ″ $\text{خ}_{۳} = \frac{۳ \times ۲}{۲ - ۳} = ۶$ میٹر، یعنی خیال آئینے کے سامنے ۶ میٹر پر ہے۔

چوتھی ″ $\text{خ}_{۴} = \frac{۴ \times ۲}{۲ - ۴} = ۴$ میٹر، ″ ″ ″ ۴ میٹر ″

اور پانچویں ″ $\text{خ}_{۵} = \frac{۵ \times ۲}{۲ - ۵} = ۳\frac{۱}{۳}$ میٹر ″ ″ ″ $۳\frac{۱}{۳}$ ″

(۲) ۶۰ سم نصف قطر انحناء کے ایک مقعر آئینے سے ۸۰ سم کے فاصلے پر ایک شخص ہے۔ خیال کا محل بتاؤ۔

یہاں ص = ۶۰، ∴ $\text{م} = \frac{۶۰}{۲} = ۳۰$ اور ش = ۸۰

∴ $\text{خ} = \frac{\text{م ش}}{\text{ش} - \text{م}} = \frac{۳۰ \times ۸۰}{۳۰ - ۸۰} = \frac{۲۴۰۰}{۵۰} = ۴۸$ سم

(۳) ایک روشن داغ ایک محدب آئینہ سے ۴۰ سمر کے فاصلے پر ہے۔ خیال آئینے سے ۲۰ سمر پیچھے بنتا ہے۔ آئینہ کا طول ماسکہ دریافت کرو۔

$$\frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}} \text{ ، } \text{ش} = \text{۴۰} \text{ ، } \text{خ} = -\text{۲۰}$$

$$\therefore \frac{1}{\text{۴۰}} - \frac{1}{\text{۲۰}} = \frac{1}{\text{م}} \quad \therefore \text{م} = -\text{۴۰ سمر}$$

(۴) ایک مقعر آئینے میں ایک شخص کا خیال بلندی میں شخص سے چار گنا بنتا ہے۔ اگر آئینہ شخص سے ۳۰ سمر کے فاصلے پر ہو تو اس کا طول ماسکہ کیا ہے؟

$$\text{خ} = \text{۴ ش، } \text{ش} = \text{۳۰} \quad \therefore \text{خ} = \text{۱۲۰}$$

$$\therefore \frac{1}{\text{۳۰}} + \frac{1}{\text{۱۲۰}} = \frac{1}{\text{م}} \quad \therefore \text{م} = \text{۲۴ سمر}$$

(۵) ایک شخص ایک مقعر آئینے کے سامنے ۱۵ سمر کے فاصلے پر رکھا ہے۔ آئینہ کا طول ماسکہ ۳۰ سمر ہے۔ خیال کا محل اور تکبیر دریافت کرو۔

$$\text{ش} = \text{۱۵} \text{ ، } \text{م} = \text{۳۰}$$

$$\therefore \frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{۱۵}} = \frac{1}{\text{۳۰}} \quad \therefore \frac{1}{\text{خ}} = -\frac{1}{\text{۳۰}} \quad \therefore \text{خ} = -\text{۳۰}$$

یعنی خیال آئینے سے ۳۰ سمر پیچھے ہے اور اس لئے مجازی ہے۔

$$\text{نیز تکبیر} = \frac{\text{خیال}}{\text{شخص}} = -\frac{\text{خ}}{\text{ش}} = -\frac{-\text{۳۰}}{\text{۱۵}} = +\text{۲}$$

یعنی خیال مجازی ہے اور شخص کا دگنا ہے۔

(بدل) اس سوال کو یوں بھی حل کیا جا سکتا ہے۔

$$\text{سوال سے} \quad \text{لا} = -(\text{۳۰} - \text{۱۵}) = -\text{۱۵}$$

$$\text{م} = \text{۳۰}$$

$$\therefore \text{لا لاً} = \text{م}^2 \text{ میں درج کرنے سے}$$

$$-\text{۱۵ لاً} = \text{۳۰}^2 \quad \therefore \text{لاً} = -\text{۶۰}$$

یعنی خیال ماسکہ سے ۶۰ سمر پر ہے اور اسی طرف ہے جس طرف کہ آئینہ۔ یعنی آئینہ سے

۳۰ سمر پیچھے۔

نیز تکبیر $= -\frac{\text{م}}{\text{ش} - \text{م}} = -\frac{30}{15 - 30} = +2$

(۶) ایک آئینے سے ۲۰ سمر پیچھے ایک نقطہ پر مستدق ہونے والی شعاعوں کی ایک پنسل، سطح سے انعکاس کے بعد آئینے کے سامنے ۱۰ سمر کے فاصلے سے ایک نقطہ پر ماسکہ میں آتی ہے۔ بتلاؤ کہ آئینہ محدب ہے یا مقعر؟ اور اس کا نصف قطر انحناء دریافت کرو۔

$\text{ش} = -20 \qquad \text{خ} = 10$

$\therefore \frac{1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{2}{\text{ص}} \quad \therefore \frac{2}{\text{ص}} = \frac{1}{20} \quad \therefore \text{ص} = 40 \ \text{اور}\ \text{م} = +20$

یعنی آئینہ مقعر ہے اور اس کا نصف قطر انحناء ۴۰ سمر ہے۔

(۷) ایک انچ ضلع کا مقوے کا ایک مربع ٹکڑا ۱۸″ طول ماسکہ کے ایک مقعر آئینہ کے صدر محور کے علی القوائم رکھا جاتا ہے۔ آئینہ سے ٹکڑے کو کس مقام پر رکھنا چاہیئے کہ رقبہ میں ۹ مربع انچ کا ایک خیال حاصل ہو؟

$\frac{\text{خیال کا رقبہ}}{\text{شخص کا رقبہ}} = \left(\frac{\text{م}}{\text{ش} - \text{م}}\right)^2$

$\therefore \frac{9}{1} = \left(\frac{18}{\text{ش} - 18}\right)^2 \quad \therefore 3 = \pm \frac{18}{\text{ش} - 18}$

$\therefore \text{ش} = 24 \ \text{یا}\ 12$

یعنی شخص کو ہم آئینے کے سامنے ۲۴ سمر کے فاصلے پر رکھ سکتے ہیں، نیز ۱۲ سمر کے فاصلہ پر۔ پہلی صورت میں خیال حقیقی اور معکوس ہوگا۔ اور دوسری صورت میں مجازی اور سیدھا ہوگا۔

(۸) ۲ سمر بلندی کے ایک شخص کا خیال ایک مقعر آئینہ سے بن کر ایک پردہ پر پڑتا ہے، جس کا فاصلہ شخص سے ۲۱ سمر ہے۔ اگر خیال ۵ سمر بلند ہو اور شخص کے متوازی ہو تو آئینہ کا طول ماسکہ دریافت کرو۔

(۹) ۲″ اونچی ایک بتی ایک مقعر آئینہ کی سطح سے ۳″ کے فاصلے پر ہے۔ خیال کی قامت ۸″ ہے اور وہ آئینہ کے پیچھے ہے۔ آئینہ کا طول ماسکہ کیا ہے؟

(۱۰) ایک مقعر آئینہ میں ایک خیال قامت میں ایک شخص سے چار گنا بنتا ہے۔ آئینہ کا طول ماسکہ ۲۰″ ہے۔ آئینہ سے شخص کا محل دریافت کرو۔

(۱۱) ایک روشن بتی ایک دیوار سے ۳ مَ کے فاصلے پر ہے۔ ایک مقعر آئینہ بتی کا خیال دیوار پر ڈالتا ہے۔ اگر خیال قامت میں شخص سے دُگنا ہو تو آئینہ کا محل اور اس کا طول ماسکہ دریافت کرو۔

(۱۲) ایک محدب آئینہ میں ایک شخص کا خیال قامت میں نصف بنتا ہے۔ اگر آئینہ کا طول ماسکہ ۳۰ سمر ہو تو آئینہ سے شخص کا فاصلہ دریافت کرو۔

(۱۳) ۲ سمر طول کا ایک شخص ایک محدب آئینہ کے سامنے ۵۰ سمر کے فاصلے پر ہے۔ اگر آئینہ کا نصف قطر انحنار ۳۰ سمر ہو تو خیال کا محل، اس کی نوعیت اور قامت دریافت کرو۔

(۱۴) ایک مقعر آئینہ کا نصف قطر انحنار ۲۱ سمر ہے۔ ۴ سمر قامت کا ایک شخص آئینہ سے (الف) ۸ اسمر پر (ب) ۴ سمر پر رکھا جاتا ہے۔ ہر دو صورتوں میں خیال کا محل، اس کی نوعیت اور قامت دریافت کرو۔

(۱۵) ایک محدب آئینہ کا طول ماسکہ ۱۰ اسمر ہے۔ ۵ سمر قامت کا ایک شخص آئینہ کے محور پر ۱۵ اسمر کے فاصلے سے رکھا جاتا ہے۔ خیال کا محل اس کی نوعیت اور قامت دریافت کرو۔

(۱۶) ایک لمپ کو کئی میٹر کے فاصلے پر رکھ کر ایک مقعر آئینہ کا طول ماسکہ دریافت کیا گیا تو نتیجہ ۲۵ر۲۴ سمر نکلا۔ لمپ کو کتنی دُور رکھنا چاہیئے تاکہ نتیجہ ۲۴ سمر تک صحیح ہو؟

(۱۷) ایک مقعر آئینہ کا نصف قطر انحنار ۴۰ سمر ہے۔ تو شخص کے ایسے محل دریافت کرو جن کے لئے خیال ایک مرتبہ تو شخص کا ۳ گنا ہو اور حقیقی ہو اور ایک مرتبہ دُگنا ہو لیکن مجازی ہو۔

(۱۸) گیس کا ایک شعلہ ایک دیوار سے ۲مَ کے فاصلے پر ہے۔ اگر ایک مقعر آئینہ سے دیوار پر شعلہ کا خیال ۴ گنا بڑا حاصل کرنا ہے تو بتلاؤ کہ آئینہ کا نصف قطر انحنار اور اس کا محل کیا ہونا چاہیئے۔؟

(۱۹) ایک مقعر آئینہ کا نصف قطر انحنار ص ہے۔ ایک شخص اس سے ⅔ص کے فاصلے پر ہے۔ ثابت کرو کہ خیال سیدھا، مجازی، اور ۳ گنا بڑا ہے۔

(۲۰) ایک مقعر آئینہ میں خیال قامت میں شخص کا ن گنا ہے۔ تو طول ماسکہ کی رقموں میں آئینہ سے شخص کا فاصلہ حاصل کرو۔

(۲۱) ایک محدب آئینے کے سامنے ایک شخص آئینہ کے طول ماسکہ کے برابر فاصلے پر ہے،

توخیال کی نوعیت، قامت اور اس کا محل دریافت کرو۔

(۲۲) ۱ فٹ طول ماسکہ کے ایک مقعر آئینے کے سامنے ایک مستوی آئینہ ۳َ کے فاصلے پر رکھا ہوا ہے۔ دونوں آئینوں کے درمیان کسی شخص کو کہاں رکھنا چاہیئے کہ دونوں خیال منطبق ہوجائیں؟

(۲۳) ایک مقعر اور ایک محدب آئینہ ہر دو ۱۵ سمؔ نصف قطر کے ہیں۔ وہ ایک دوسرے کے آمنے سامنے ۴۰ سمؔ کے فصل سے رکھے جاتے ہیں۔ دونوں کے وسط میں ایک مبدء نور بہ صورت نقطہ رکھا جاتا ہے۔ اس سے روشنی کی ایک پنسل پہلے محدب آئینے سے منعکس ہوتی ہے اور پھر مقعر آئینے سے۔ خیال کا محل دریافت کرو۔

(۲۴) ۵ء۱ طول ماسکہ کے ایک مقعر آئینے کو چہرے سے ۸ً کے فاصلہ پر رکھا جائے تو کتنی تکبیر پیدا ہوگی؟

(۲۵) ۱َ نصف قطر کے ایک محدب آئینے کے سامنے ایک روپیہ ۸ً کے فاصلے پر رکھا جاتا ہے۔ خیال کا محل کہاں ہوگا؟ اور اس کے قطر کو روپیہ کے قطر سے کیا نسبت ہوگی؟

(۲۶) ایک شخص کو آئینہ اور اس کے ماسکہ کے درمیان وسط پر رکھا جاتا ہے۔ ثابت کرو کہ خیال شخص سے دگنا بنتا ہے۔

(۲۷) جب تم کسی مقعر آئینے میں اپنا چہرہ دیکھو اور پھر آئینے سے بتدریج دور ہوتے جاؤ تو بیان کرو کہ کیا واقع ہوتا ہے؟

(۲۸) طول ماسکہ م کے ایک محدب آئینے میں پیدا شدہ خیال کی قامت شخص کی قامت کا $\frac{1}{ن}$ ہے۔ ثابت کرو کہ آئینے سے شخص کا فاصلہ (ن - ۱) م ہے۔

(۲۹) محدب آئینے کے سامنے جب کسی شخص کو دور کے فاصلے سے بتدریج آئینے کی سطح تک لایا جائے۔ تو خیال کے محل میں کیا تغیرات واقع ہوتے ہیں؟

(۳۰) ۱۲ً طول ماسکہ کے ایک آئینے کے سامنے ایک منور مبدء ۹ً کے فاصلے پر رکھا جاتا ہے۔ ایک پیمانہ مقرر کر کے شکل کھینچو، اس میں انعکاس کے بعد شعاعوں کا راستہ دکھلاؤ اور ماسکہ کا محل بھی حاصل کرو۔

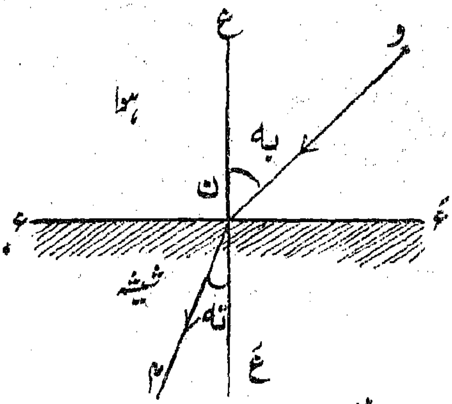
چھٹا باب

انعطاف مستوی سطحوں سے

تمہید ہر متجانس واسطے میں روشنی خطوط مستقیم میں چلتی ہے۔ لیکن گزشتہ بابوں سے یہ بات واضح ہو چکی ہے کہ دو واسطوں کی سطح فارق پر انعکاس واقع ہوتا ہے۔ ساتھ ہی اس کے روشنی کا ایک حصہ پہلے واسطے سے دوسرے واسطے میں چلا جاتا ہے۔ بہت سی اشیاء کے لئے روشنی کی مقدار جو اس طرح گزر جاتی ہے بہت قلیل ہوتی ہے۔ لیکن دوسری اشیاء کے لئے جن کو شفاف کہا جاتا ہے، روشنی کا ایک بڑا حصہ داخل ہو جاتا ہے۔ اب ہمیں دیکھنا ہے کہ ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں گزرنے پر روشنی کا برتاؤ کیا رہتا ہے۔ ہوا سے کسی دوسری شے مثلاً پانی یا شیشہ میں گزرتے وقت روشنی کی کیفیت کا بیان پہلے کیا جائے گا۔ ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں گزرنے پر شعاع کی سمت میں ہر دو واسطوں کی سطح فارق پر ہمیشہ تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ سمت کی اس تبدیلی کو **انعطاف** کہتے ہیں۔

انعطاف کی مقدار کا انحصار واقع روشنی کی سمت پر ہوتا ہے۔ قدیم یونانیوں نے بھی اس قسم کی جدولیں تیار کی تھیں جس سے انعطاف کی مقدار معلوم ہو سکتی تھی۔ لیکن اس کو کلیہ کی صورت میں سب سے پہلے لیڈن کے اسنل نامی ایک شخص نے ۱۶۲۰ء میں بیان کیا تھا۔

تعریفات فرض کرو کہ روشنی ہوا سے شیشہ میں گزر رہی ہے (شکل ۵۴) اور ع ع دونوں کے درمیان سطح فارق ہے۔ اب ایک شعاع منور نقطہ ق سے چل کر سطح فارق کے نقطہ ن تک پہنچتی ہے۔ وہاں اس میں تبدیلی واقع ہوتی ہے



شکل ۵۳

اور اب شیشہ میں پہنچتی ہے تو وہ سمت ن م اختیار کرتی ہے۔ لہذا

ع ع = انعطاف انگیز سطح
= سطح فارق درمیان دو واسطوں کے

ن = نقطۂ وقوع
= سطح فارق کا کوئی نقطہ جہاں روشنی واقع ہے۔

ع ن ع = عماد
= وہ خط جو کسی انعطاف انگیز سطح کے ایک نقطہ پر سطح کے مماسی مستوی کے علی القوائم کھینچا گیا ہو۔

اگر سطح مستوی ہے تو کسی نقطہ پر عماد سطح کے علی القوائم ہوگا اور اگر سطح کروی ہے تو عماد اس نقطہ تک نصف قطر پر منطبق ہوگا۔

و ن = شعاع واقع = پہلے واسطے میں شعاع کا راستہ

و ن ع = بہ = زاویہ وقوع = وہ زاویہ جو شعاع واقع کی سمت اور سطح کے عماد کے درمیان بنے۔
شعاع واقع اور سطح کے درمیان جو زاویہ بنتا ہے وہ اس زاویئے کا تتمہ ہوتا ہے۔

(و ن، ن ع) = وقوعی مستوی = وہ مستوی جو شعاع واقع اور عماد میں سے گزرے۔

ن م = شعاع منعطف = دوسرے واسطے میں شعاع کا راستہ

م ن ع = تہ = زاویہ انعطاف = وہ زاویہ جو شعاع منعطف اور سطح کے عماد کے درمیان بنے۔
شعاع منعطف اور سطح کے درمیان جو زاویہ بنتا ہے وہ اس زاویہ کا تتمہ ہوتا ہے۔

(م ن، ن ع) = انعطافی مستوی = وہ مستوی جو شعاع منعطف اور عماد میں سے گزرے۔

شعاع نور کی انقلاب پذیری

انعکاس کی طرح یہاں بھی یہ اصول کام دیتا ہے۔ یعنی اگر کسی ذریعہ سے روشنی و پر رکھے ہوئے مبدء

سے چل کر نقطہ حد تک پہنچ جائے تو م پر مسدود رکھ دینے سے روشنی اسی راستہ واپس ہو کر و تک پہنچ جائے گی۔

کلیات انعطاف انعکاس کی طرح یہاں بھی دو کلیوں کے مطابق انعطاف واقع ہوتا ہے۔

پہلا کلیہ ۔ کسی دیئے ہوئے دو واسطوں کے لئے زاویہ وقوع کے جیب کو زاویۂ انعطاف کے جیب سے جو نسبت ہوتی ہے وہ مستقل ہوتی ہے۔

دوسرا کلیہ :۔ شعاع واقع، شعاع منعطف اور نقطۂ وقوع پر سطح کا عماد ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔

یا

زاویہ وقوع اور زاویۂ انعطاف دونوں ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔

ان دونوں کلیوں کو حسب ذیل ایک ہی کلیہ کی صورت میں بیان کیا جا سکتا ہے جو کلیہ اسنل کہلاتا ہے :۔

کلیہ اسنل :۔ جب روشنی ایک شفاف واسطے سے دوسرے شفاف واسطے میں گزرتی ہے ۔ تو شعاع واقع اور نقطۂ وقوع پر سطح کے عماد کے درمیان زاویہ کے جیب کو شعاع منعطف اور عماد کے درمیان زاویہ کے جیب سے ایک مستقل نسبت ہوتی ہے۔ اور شعاع واقع، شعاع منعطف اور عماد ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔

اس کلیہ کے پہلے جزو اور اوپر کے پہلے کلیۂ انعطاف کو "کلیہ جیوب" بھی کہتے ہیں۔ یعنی

$$\frac{\text{جب } ٯ}{\text{جب } ٮ} = \text{مستقل}$$

اس مستقل کا انحصار ہر دو واسطوں کی نوعیت پر ہوتا ہے، نیز اس پر کہ ان دونوں میں سے کون سا واسطہ وقوعی مستوی میں ہے ۔ اس نسبت کا انحصار کسی حد تک روشنی کے رنگ پر بھی ہے۔

انعطاف انگیز اشیاء جب نور کی کوئی شعاع ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں منعطف ہوتی ہے تو بعض اوقات وہ عمود کے قریب

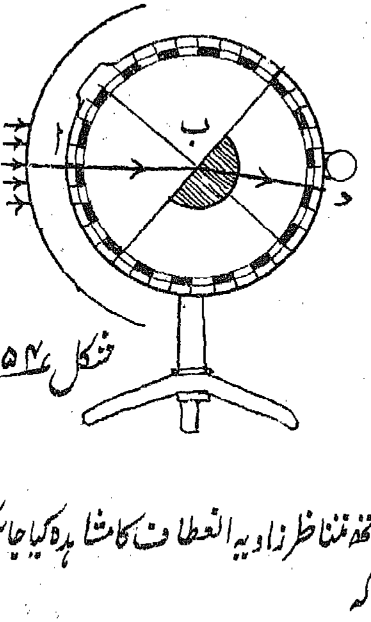
ہو جاتی ہے یعنی زاویہ انعطاف زاویہ وقوع سے چھوٹا بنتا ہے جیسا کہ شکل نمبر ۵۳ میں ہے۔ بعض اوقات اس کے برخلاف وہ اس طرح منعطف ہوتی ہے کہ زاویہ انعطاف زاویہ وقوع سے بڑا بنتا ہے۔

پہلی صورت میں دوسرا واسطہ پہلے واسطے سے زیادہ انعطاف انگیز ہے اور دوسری صورت میں کم انعطاف انگیز۔

سب سے زیادہ انعطاف انگیز اشیاء، پانی، الکوہل، ایتھر اور طیران پذیر تیل وغیرہ ہیں۔ تمام اشیاء میں ہیرا سب سے زیادہ انعطاف انگیز ہے۔ گیسیں پانی سے کم انعطاف انگیز ہیں۔ اگر ان کی تکثیف کر دی جائے یعنی ان کی کثافت بڑھا دی جائے تو ان کی انعطاف انگیزی بڑھ جاتی ہے۔

کلیاتِ انعطاف کی تصدیق

(۱) مناظری قرص:۔ کلیاتِ انعکاس کی تصدیق میں جو قرص بیان کی گئی ہے وہ یہاں بھی استعمال کی جا سکتی ہے۔ اس غرض کے لیئے آئینہ کے بجائے شیشہ کی ایک نیم کروی تختی رکھ دی جاتی ہے۔ (شکل نمبر ۵۴)



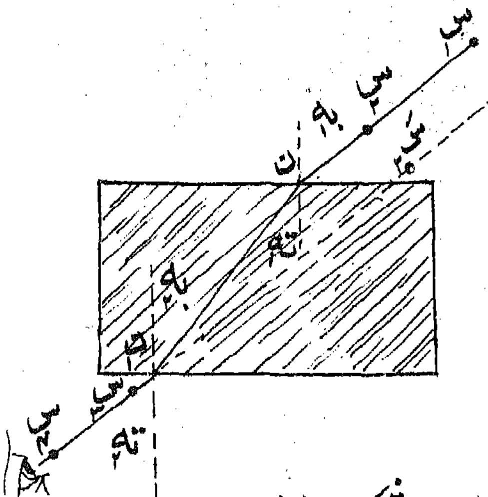
شکل ۵۴

شعاع واقع ا ب تختی کی مستوی سطح پر واقع ہوتی ہے اور داخل ہونے پر منعطف ہو جاتی ہے۔ تختی سے خارج ہوتے وقت وہ راستہ نہیں بدلتی کیونکہ وہ اب نصف قطر کی سمت میں چل رہی ہے۔ اب اس کا راستہ ب د ہے۔ اور دائرے پر ب د کی وضع زاویہ انعطاف کو بتلاتی ہے۔

قرص کو مختلف وضعوں میں گھما دینے سے زاویہ وقوع کے ساتھ ساتھ متناظر زاویہ انعطاف کا مشاہدہ کیا جا سکتا ہے اور ہر صورت میں دکھلایا جا سکتا ہے کہ

$\frac{\text{جب به}}{\text{جب ته}}$ = مستقل

(۲) **سوئیوں کا طریقہ**:- شیشہ کی ایک مستطیل سلّی کو نقشہ کشی کے کاغذ کے ایک تختے پر رکھو اور اس کے طویل تر ضلعوں کو افقی رکھو۔

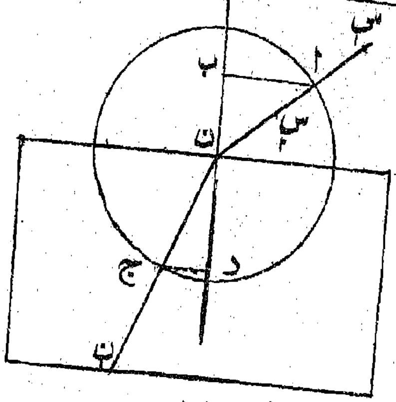


شکل ۵۵

دو سوئیاں س۱ س۲ (شکل ۵۵) انتصاباً نصب کر دو۔ اب سلّی میں سے س۱ س۲ کی سمت میں دیکھو تو سوئیاں س۱ اور س۲ پر نظر آئیں گی۔ اب ان سوئیوں کی سیدھ میں دو سوئیاں س۳، س۴ رکھو۔ کاغذ پر سلّی کا خاکہ کھینچو۔ سلّی اور سوئیوں کو ہٹا دو۔ اور ایک خط س۱، س۲ میں سے اور دوسرا خط س۳، س۴ میں سے کھینچو۔ تو س۱، س۲ اس شعاع کا راستہ ہے جو شیشہ پر نقطہ ن پر داخل ہوتی ہے اور جو ن۱ پر خارج ہو جاتی ہے۔ اس لئے شیشہ میں شعاع کا راستہ ن ن۱ ہوا۔ دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ س۳ س۴ متوازی ہے س۱ س۲ کے۔ ن اور ن۱ پر ان کی سطحوں کے عماد کھینچو۔ اور زاویہ به، ته، به۲، ته۲ کی پیمائش کرو۔ اور نسبت $\frac{\text{جب به}}{\text{جب ته}}$ معلوم کر کے ثابت کرو کہ وہ مستقل ہے۔

بجائے جیبوں کی نسبت کے ہم عمودوں کی نسبت لے سکتے ہیں جیسا کہ ذیل میں درج ہے۔

ن کو مرکز مان کر اور کسی نصف قطر سے ایک دائرہ کھینچو جو س۱ س۲ کو ا پر اور ن ن۱ کو ج پر قطع کرے۔ (شکل ۵۶)۔
ا اور ج سے عماد پر عمود ا ب اور ج د گراؤ۔



شکل ۵۶

تو $\frac{\text{جب به}}{\text{جب ته}} = \frac{\text{اب}}{\text{ن ا}} \times \frac{\text{ن ج}}{\text{ج د}}$

$= \frac{\text{ا ب}}{\text{ج د}}$

[∵ ن ا = ن ج]

اسی طرح ن پر دائرہ کھینچ کر جیبوں کی نسبت کو عمودوں کی نسبت میں بیان کرو۔

اس طرح کم از کم چھ صورتوں میں ثابت کرو کہ

$\frac{\text{جب به}}{\text{جب ته}} = \text{مستقل} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ج د}}$

انعطاف نما جس مستقل کا ہم نے اوپر ذکر کیا ہے اس کو انعطاف نما کہتے ہیں۔ اس مستقل کو بالعموم مہ سے ظاہر کرتے ہیں اور اگر انعطاف واسطے ا سے واسطے ب میں ہو رہا ہو تو انعطاف نما $\text{مه}_{\text{ا ب}}$ سے ظاہر کیا جائے گا۔ اس کو مہ، ا، ب پڑھا جائے گا۔

پس $\text{مه}_{\text{ا ب}} = \frac{\text{جب به}}{\text{جب ته}}$

یہ مقدار مه ہر دو واسطوں کی ایک خاصیت ہے۔ چونکہ روشنی کا راستہ انقلاب پذیر ہے اس لئے اگر شکل ۵۶ میں ن ن کو شعاع واقع قرار دیا جائے تو ن س شعاع منعطف ہوگی۔ اس امر کو یوں بیان کرتے ہیں۔

$\text{مه}_{\text{ب ا}} = \frac{\text{جب ته}}{\text{جب به}}$

$\therefore \text{مه}_{\text{ا ب}} \times \text{مه}_{\text{ب ا}} = \frac{\text{جب به}}{\text{جب ته}} \times \frac{\text{جب ته}}{\text{جب به}} = 1$

یعنی $\text{مه}_{\text{ا ب}} = \frac{1}{\text{مه}_{\text{ب ا}}}$

یا $${}_{\text{ب}}\text{م}_{\text{ا}} = \frac{1}{{}_{\text{ا}}\text{م}_{\text{ب}}}$$

اس نتیجہ کو الفاظ میں یوں بیان کریں گے کہ اگر ${}_{\text{ا}}\text{م}_{\text{ب}}$ واسطے ا سے واسطے ب میں انعطاف نما ہو تو $\frac{1}{{}_{\text{ا}}\text{م}_{\text{ب}}}$ واسطے ب سے واسطے ا میں انعطاف نما کو ظاہر کرے گا۔ مثلاً اگر ہوا سے پانی میں انعطاف نما $\frac{4}{3}$ ہو تو پانی سے ہوا میں انعطاف نما $\frac{3}{4}$ ہوگا۔

جب روشنی خلاء سے کسی دوسرے واسطے میں منعطف ہو رہی ہو تو خلاء سے اس واسطے میں انعطاف نما مطلق انعطاف نما کہلاتا ہے۔

اگر خلاء کے بجائے کوئی اور واسطہ ہو تو اس صورت میں انعطاف نما اضافی انعطاف نما کہلاتا ہے۔

بالعموم انعطاف نما سے مراد اضافی انعطاف نما ہی سے ہوتی ہے۔ اس صورت میں انعطاف ہوا سے کسی واسطے میں لیا جاتا ہے۔ اور اس کو صرف م سے تعبیر کیا جاتا ہے۔

نوٹ:۔ اگر نور کے موجی نظریہ کی رو سے دیکھا جائے تو اس مستقل کا ایک طبیعی مفہوم بھی ہو سکتا ہے۔ یعنی اگر

$\text{س}_{\text{ا}}$ = نور کی رفتار واسطے ا میں۔

$\text{س}_{\text{ب}}$ = " " ب میں۔

تو $${}_{\text{ا}}\text{م}_{\text{ب}} = \frac{\text{س}_{\text{ا}}}{\text{س}_{\text{ب}}}$$

مناظری کثافت اس کو ایک عام قاعدہ سمجھا جا سکتا ہے کہ کسی شفاف واسطے کا انعطاف نما واسطے کی کثافت کے ساتھ ساتھ بڑھتا ہے۔

اسی واسطے اصطلاح میں کثیف واسطہ اس کو کہتے ہیں جس کا انعطاف نما زیادہ ہو اور لطیف واسطہ وہ ہے جس کا انعطاف نما کم ہو۔

یہ اصطلاحیں بہت جامع اور مختصر ہیں، اس لئے ان میں سہولت ہے۔ یہی وجہ ہے کہ اب بھی ان کا استعمال ہوتا ہے، البتہ جہاں التباس ہو وہاں لفظ "مناظرانہ" کا اضافہ کر دیتے ہیں۔

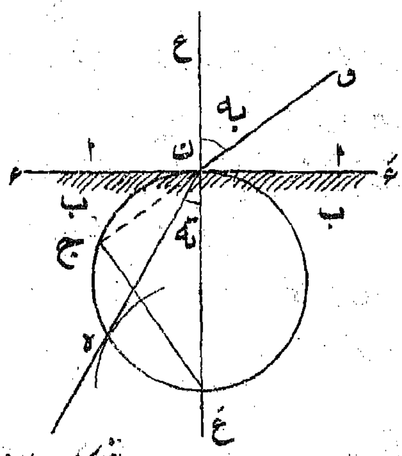
بنا بریں مناظری کثافت سے مراد انعطاف نما ہے اور جب کہا جاتا ہے کہ ایک واسطہ دوسرے واسطے سے مناظرانہ کثیف تر ہے تو اس کا مطلب یہی ہے کہ پہلے واسطے کا

انعطاف نما زیادہ ہے۔

شکل ۵۵ سے واضح ہے کہ جب انعطاف لطیف واسطے سے کثیف تر واسطے میں ہو رہا ہو تو شعاع منعطف عماد کی طرف منصرف ہوتی ہے۔ اور بالعکس جب کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں انعطاف ہو تو شعاع منعطف عماد سے دُور منصرف ہوگی۔

شعاع واقع اور شعاع منعطف کے لئے ہندسی عمل

فرض کرو کہ ع عَ دو واسطوں ا اور ب کے درمیان سطح فارق ہے۔ اور فرض کرو کہ و ن سطح کے نقطہ ن پر واسطے ا میں واقع ہے۔ تو دوسرے واسطے میں اس شعاع کا راستہ مطلوب ہے۔ (شکل ۵۷)



شکل ۵۷

ن پر عماد ع ن عَ کھینچو۔ اور کسی ایک مناسب طول ن عَ کو قطر مان کر ایک دائرہ کھینچو۔ و ن کو خارج کرو کہ وہ اس دائرہ کو ج پر قطع کرے۔

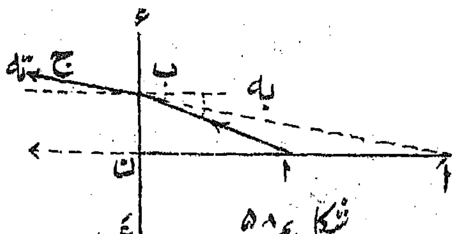
عَ ج کو ملاؤ اور اس کو د پر اس طرح قطع کرو کہ

$$_{ا}م_{ب} \times عَ د = ع ج$$

اب عَ کو مرکز مان کر ایک قوس د ہ کھینچو جو دائرہ کو ہ پر قطع کرے۔ ن ہ کو ملاؤ۔ یہی شعاع منعطف ہے۔

کیونکہ جب به = جب عَ ن ج $= \frac{عَ ج}{عَ ن} = {}_{ا}م_{ب} \frac{عَ د}{عَ ن}$

$= {}_{ا}م_{ب}$ جب عَ ن ہ



شکل ۵۸

بدل:— ایک دوسرا عمل یہ ہے:— فرض کرو کہ ع عَ ایک انعطاف انگیز سطح ہے اور ا ب شعاع واقع ہے۔ (شکل ۵۸)

ایک عماد ن ا اَ کھینچو، جو شعاع واقع کو ا پر قطع کرے اس پر ایک نقطہ ا ایسا منتخب کرو کہ

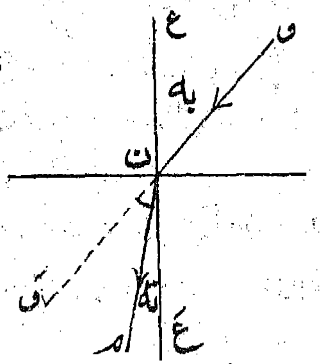
ب اَ = مه × ب ا

ا ب کو ملاؤ اور اس کو ج تک خارج کرو۔ تو ب ج شعاع منعطف ہوگی۔

کیونکہ جب به / جب ته = جب ب اَ ن / جب ب ا ن = (ب ن / ب ا) / (ب ن / ب اَ) = ب اَ / ب ا = مه

انعطاف سے انحراف

فرض کرو کہ (شکل نمبر ۵۹)



شکل نمبر ۵۹

و ن = شعاع واقع

ن م = شعاع منعطف۔

ح = انعطاف سے پیدا شدہ انحراف

تو ح = وَ ن م = وَ ن ع - م ن عَ

= و ن ع - م ن عَ

= به - ته

جہاں به = زاویہ وقوع اور ته = زاویہ انعطاف

چونکہ جب به = مه جب ته

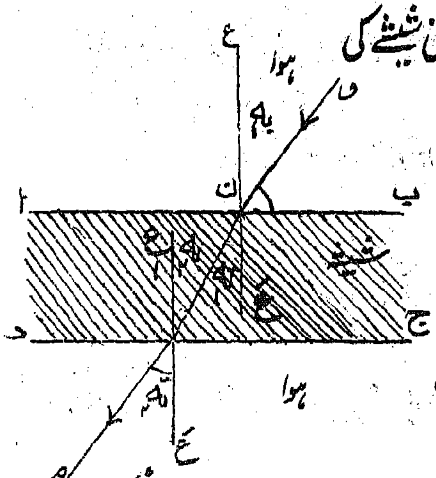
اس لئے ظاہر ہے کہ به کے بڑھنے سے ته بھی بڑھے گا، لیکن کمتر شرح سے۔

لہذا زاویہ وقوع کے بڑھنے سے انحراف بھی بڑھے گا۔

جب زاویہ وقوع صفر ہو جائے تو زاویہ انعطاف بھی صفر ہوگا، اس لئے کوئی انحراف نہ پیدا ہوگا۔ یعنی جب کوئی شعاع کسی سطح پر اس کے عماد کی سمت میں واقع ہو تو اس میں کوئی انحراف نہیں پیدا ہوتا بلکہ وہ اپنے راستہ پر بخط مستقیم چلتی ہے۔

متوازی سطحوں والی تختی سے انعطاف

روشنی کی کوئی شعاع جب کسی شفاف واسطے کی متوازی تختی پر ہوا میں واقع ہوتی ہے تو تختی کے دوسری طرف ہوا میں خارج ہونے والی شعاع اصلی شعاع واقع کے متوازی ہوتی ہے۔ (شکل نمبر ۶۰)



شکل ۹۰

فرض کرو ا ب ج د = متوازی تختی شیشے کی

و ن = شعاع واقع

ن ن۱ = شیشے میں شعاع کا راستہ

ن۱ م = شعاع خارج

ن اور ن۱ پر عماد ع ن عَ ،

ع۱ ن۱ ع۱َ کھینچو۔

فرض کرو کہ انعطاف ہوا سے شیشے میں ہو رہا ہے تو ا ب کے اوپر بھی ہوا ہو گی اور ج د کے نیچے بھی۔ پس شعاعیں و ن اور ن۱ م ہوا میں ہوں گی اور ن ن۱ شیشے میں۔

پہلا انعطاف ن پر ہوتا ہے اور دوسرا ن۱ پر۔

لہٰذا فرض کرو کہ ب۱ = زاویہ وقوع پہلا = و ن ع

ت۱ = 〃 انعطاف 〃 = عَ ن ن۱

ب۲ = 〃 وقوع دوسرا = ع۱ ن۱ ن

ت۲ = 〃 انعطاف 〃 = م ن۱ ع۱َ

$\text{م}_{\text{ہ ش}}$ = انعطاف نما ہوا سے شیشے میں

$\text{م}_{\text{ش ہ}}$ = 〃 شیشے 〃 ہوا 〃

تو $\dfrac{\text{جب ب}_1}{\text{جب ت}_1} = \text{م}_{\text{ہ ش}}$

اور $\dfrac{\text{جب ب}_2}{\text{جب ت}_2} = \text{م}_{\text{ش ہ}}$

لیکن ت۱ = ب۲ ، اور ب۱ = ت۲

$\therefore \text{م}_{\text{ہ ش}} \times \text{م}_{\text{ش ہ}} = 1$

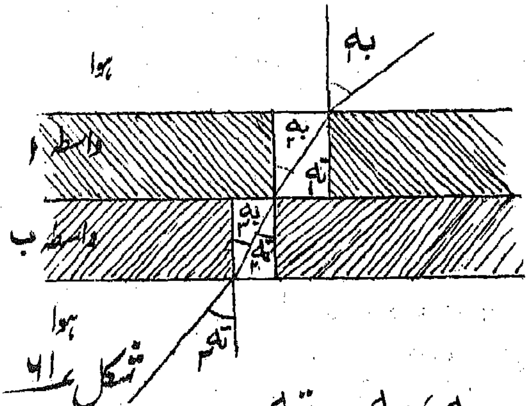
$\therefore \text{م}_{\text{ہ ش}} = \dfrac{1}{\text{م}_{\text{ش ہ}}}$

یہ وہی نتیجہ ہے جو اس سے پیشتر انعطاف نما کے تحت ہم حاصل کر چکے ہیں۔

متوازی تختیوں کے انبار سے انعطاف

جب روشنی ایک دوسرے سے متصل متوازی تختیوں کے ایک انبار سے گزرتی ہے، تو گزرنے کے بعد ہوا میں خارج ہونے والی روشنی کی سمت اس سمت کے متوازی ہوتی ہے جس پر روشنی ابتدائً ہوا میں سب سے اوپر والی تختی پر واقع ہوئی تھی۔

شکل ۶۱ میں ہم نے ۲ تختیوں سے انعطاف دکھایا ہے جس سے تین فارق سطحوں پر انعطاف ہوتا ہے۔



شکل ۶۱

پس حسب سابق

$$\frac{\text{جب بہ}_{۱}}{\text{جب تہ}_{۱}} = \text{مہ}_{\text{ہ ا}}$$

$$\frac{\text{جب بہ}_{۲}}{\text{جب تہ}_{۲}} = \text{مہ}_{\text{ا ب}}$$

$$\frac{\text{جب بہ}_{۳}}{\text{جب تہ}_{۳}} = \text{مہ}_{\text{ب ہ}}$$

لیکن $\text{تہ}_{۱} = \text{بہ}_{۲}$، $\text{تہ}_{۲} = \text{بہ}_{۳}$، $\text{بہ}_{۱} = \text{تہ}_{۳}$

$$\therefore \frac{\text{جب بہ}_{۱}}{\text{جب تہ}_{۱}} \times \frac{\text{جب بہ}_{۲}}{\text{جب تہ}_{۲}} \times \frac{\text{جب بہ}_{۳}}{\text{جب تہ}_{۳}} = ۱$$

$$\text{یعنی}\ \text{مہ}_{\text{ہ ا}} \times \text{مہ}_{\text{ا ب}} \times \text{مہ}_{\text{ب ہ}} = ۱$$

اسی طرح اگر ن تختیاں ہوں تو

$$\text{مہ}_{\text{ہ ا}} \times \text{مہ}_{\text{ا ب}} \times \text{مہ}_{\text{ب ج}} \times \text{مہ}_{\text{ج د}} \times \ldots\ldots \times \text{مہ}_{\text{ن ہ}} = ۱$$

اس علاقہ سے ہم کو اضافی اور مطلق انعطاف نماؤں میں ایک رشتہ حاصل ہوتا ہے۔ چنانچہ اوپر کی مساوات سے

$$\text{مہ}_{\text{ہ ا}} \times \text{مہ}_{\text{ا ب}} = \frac{۱}{\text{مہ}_{\text{ب ہ}}}$$

لیکن $ {}_{\text{ب}}\text{م}_{\text{ہ}} = \frac{1}{{}_{\text{ہ}}\text{م}_{\text{ب}}} $

$$ \therefore \; {}_{\text{ا}}\text{م}_{\text{ب}} = \frac{{}_{\text{ہ}}\text{م}_{\text{ب}}}{{}_{\text{ہ}}\text{م}_{\text{ا}}} $$

پس اگر ہوا کے بجائے ہم خلاء سے انعطاف مانیں

تو $ {}_{\text{ہ}}\text{م}_{\text{ب}} = {}_{\text{خ}}\text{م}_{\text{ب}} = \text{م}_{\text{ب}} $ = واسطے ب کا مطلق انعطاف نما

$ {}_{\text{ہ}}\text{م}_{\text{ا}} = {}_{\text{خ}}\text{م}_{\text{ا}} = \text{م}_{\text{ا}} $ = واسطے ا 〃 〃

$$ \therefore \; {}_{\text{ا}}\text{م}_{\text{ب}} = \frac{\text{م}_{\text{ب}}}{\text{م}_{\text{ا}}} $$

یعنی کسی واسطے ا سے کسی واسطے ب میں اضافی انعطاف نما واسطے ب اور واسطے ا کے انعطاف نماؤں کی نسبت کے مساوی ہوتا ہے۔

چنانچہ اگر روشنی پانی (انعطاف نما = ۱٫۳۳۳) سے چل کر شیشے (انعطاف نما = ۱٫۵) کی سطح پر واقع ہو تو "پانی شیشہ" سطح کا انعطاف نما $= \frac{۱٫۵}{۱٫۳۳۳} = ۱٫۱۲۵$ ۔

انعطاف کی مساوات

اوپر کے علاقہ کی بناء پر ہم انعطاف کی ابتدائی مساوات کو یوں لکھ سکتے ہیں۔

کلیہ اسنل سے $ \frac{\text{جب به}}{\text{جب ته}} = \text{م} $

$$ \therefore \; \text{جب به} = \text{م} \; \text{جب ته} $$

لیکن $ \text{م} = {}_{\text{ا}}\text{م}_{\text{ب}} = \frac{\text{م}_{\text{ب}}}{\text{م}_{\text{ا}}} $

$$ \therefore \; \text{جب به} = \frac{\text{م}_{\text{ب}}}{\text{م}_{\text{ا}}} \; \text{جب ته} $$

$$ \therefore \; \text{م}_{\text{ا}} \; \text{جب به} = \text{م}_{\text{ب}} \; \text{جب ته} ۔ $$

اگر زاویے چھوٹے ہوں تو

جب به = به اور جب ته = ته

$$ \therefore \; \text{م}_{\text{ا}} \; \text{به} = \text{م}_{\text{ب}} \; \text{ته} $$

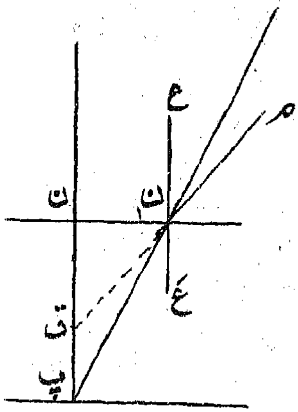
یا بہ = مہ ثہ

لہذا یہ انعطاف کی بنیادی مساواتیں ہوئیں)۔

مستوی سطح کے انعطاف سے پیدا شدہ خیال

فرض کرو کہ شیشے کی ایک متوازی سطحوں والی سلی ہے۔ اور فرض کرو کہ نیچے والی سطح پر ایک نقطہ پ ہے (شکل ۶۳) شعاع پ ن، جو سلی کی اوپر والی سطح پر عموداً واقع ہوتی ہے، ہوا میں خارج ہوتے وقت اپنی سمت نہیں بدلتی۔

لیکن جب کوئی دوسری شعاع پ نَ لی جاتی ہے تو انعطاف واقع ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ نَ مہ شعاع منعطف ہے اور مہ انعطاف نما ہے۔ مہ نَ کو خارج کرو کہ وہ پ ن کو ق خ پر قطع کرے۔



شکل ۶۳

تو
$$\text{مہ} = \frac{\text{جب ع نَ مہ}}{\text{جب پ نَ عَ}} = \frac{\text{جب ن قَ نَ}}{\text{جب ن پ نَ}}$$

$$= \frac{\text{ن نَ}}{\text{نَ ق}} \times \frac{\text{ن پ}}{\text{ن نَ}} = \frac{\text{ن پ}}{\text{نَ ق}}$$

اگر زاویہ ن پ نَ قلیل ہو تو $\frac{\text{ن پ}}{\text{نَ ق}} = \frac{\text{ن پ}}{\text{ن ق}}$

$$\therefore \text{مہ} = \frac{\text{ن پ}}{\text{ن ق}}$$

یا ن پ = مہ ن ق

اس سے خ کا محل معین ہو جاتا ہے۔ پس اگر ایک پتلی پنسل نقطہ پ سے چل کر اوپر والی سطح پر عموداً واقع ہو تو بعد انعطاف وہ خ سے آتی معلوم ہوگی یعنی پ کا ایک

مجازی خیال ق پر بنتا ہے۔

اب اگر ن پ = ش = شخص کا فاصلہ سطح سے

ن ق = خ = خیال

تو ش = مہ خ

یہاں مہ = ہوا سے شیشے میں انعطاف نما

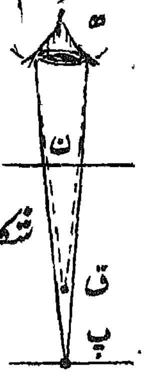
∴ مہَ = ۱/مہ = شیشے سے ہوا میں انعطاف نما

پس اگر نیچے والی سطح سے انعطاف لیا جائے یعنی شیشے سے ہوا میں

تو خ × ۱/مہَ = ش

∴ خ = مہَ ش

اس سے اس امر کی توجیہ ہوتی ہے کہ پانی کے تالاب کی گہرائی کم کیوں معلوم ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ کسی تالاب کی تہ میں ایک شخص پ ہے۔ پ ن کی سمت میں چونسل واقع ہوتی ہے، پانی کی سطح سے انعطاف کے بعد وہ ق سے آتی معلوم ہوتی ہے یعنی شخص پ مقام ق پر دکھائی دیتا ہے۔ (شکل نمبر ۶۳)



شکل نمبر ۶۳

پس ن ق = مہَ ن پ

= ۳/۴ ن پ [مہَ = پانی سے ہوا میں انعطاف نما = ۳/۴]

پس پانی میں سے جو چیز دیکھی جائے گی وہ ہمیشہ اپنے فاصلے کے تین چوتھائی فاصلے پر دکھائی دے گی۔

اسی بناء پر ضروری ہے کہ جب مچھلی پر نشانہ لگایا جائے یا اس کو بھالا مارا جائے تو جہاں مچھلی دکھائی دیتی ہے اس سے نیچے کی جانب نشانہ باندھا جائے۔

تختی کی ظاہری دبازت

اوپر کے مسئلے میں اگر ہم شیشے کی ایک تختی لیں تو ن پ، اس کی اصلی دبازت ہوگی اور چونکہ نیچے والی سطح ق پر نظر آئے گی اس لئے ن ق ظاہری دبازت ہوگی۔

پس $\text{مه} = \frac{\text{ن پ}}{\text{ن ق}} = \frac{\text{اصلی دبازت}}{\text{ظاہری دبازت}} = \frac{\text{د}}{\text{دَ}}$

اور اگر انعطاف شیشے سے ہوا میں لیا جائے تو حسب سابق

$\text{دَ} = \text{مهٗ د}$

$\therefore$ ق پ = ظ = ظاہری تبدیلی محل = ن پ - ن ق = د - دَ

= د - مهٗ د = د (۱ - مهٗ)

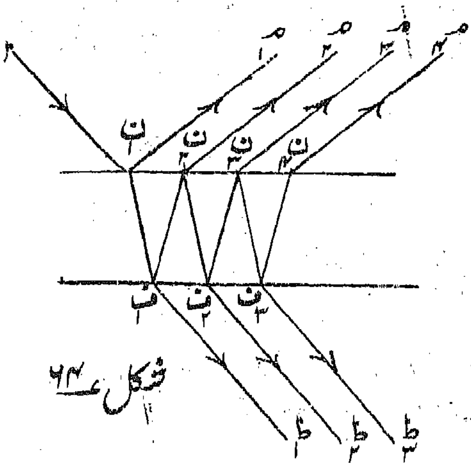
یعنی ظ = د (۱ - مهٗ)

$= \text{د} \left(\frac{\text{مه} - 1}{\text{مه}} \right)$

یعنی تختی کے نیچے والی سطح بقدر د (۱ - مهٗ) یا د $\left(\frac{\text{مه} - 1}{\text{مه}} \right)$ کے اوپر اٹھ جائے گی۔ بالفاظ دیگر تختی کی دبازت میں اتنی کمی واقع ہو جائے گی۔

شیشے کی تختی سے متعدد خیال

فرض کرو کہ روشنی کی ایک شعاع ۱ ن، (شکل ۶۴) شیشے کی ایک تختی کی سطح پر بمقام ن واقع ہوتی ہے۔ تو اس سے ایک منعکس شعاع ن ۱م۱ اور ایک منعطف شعاع ن ۱ف۱ پیدا ہو جائے گی۔ تختی کی دوسری سطح پر جب شعاع ن ۱ف۱ پہنچے گی تو ایک منعکس شعاع ف ۱ن۲ اور ایک خارج شعاع ف ۱ط۱ پیدا ہو جائیں گی۔ پھر جب شعاع ف ۱ن۲ پہلی سطح پر پہنچے گی تو اس سے ن ۲م۲ شعاع منعکس اور ن ۲ف۲ شعاع منعطف پیدا ہو جائیں گی۔ اور اسی طرح۔



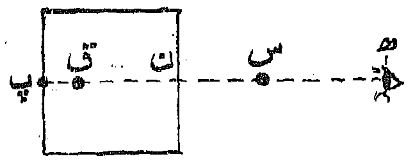
شکل ۶۴

پس ایک منفرد شعاع واقع ۱ ن۱ نے منعکس شعاعوں ن ۱م۱، ن ۲م۲ .... اور خارج شعاعوں ف ۱ط۱، ف ۲ط۲ .... کے دو

لا تعداد ہی سلسلے پیدا کر دیئے۔ پہلی دو منعکس شعاعیں تو مساوی طور پر روشن ہوتی ہیں، لیکن بعد میں سب دھیمی پڑ جاتی ہیں۔ خارج شعاعیں بہت جلد دھیمی پڑ جاتی ہیں۔ ف۱ ط۱ بمقابلہ ف ط روشن تر ہوتی ہے اور ف۲ ط۲ اتنی ہی روشن ہوتی ہے جتنی کہ پہلی دو منعکس شعاعیں۔ اگر تختی کی دوسری سطح پر قلعی چڑھا دی جائے تو کوئی شعاع خارج ہی نہیں ہوتی پس جب کسی تختی سے انعکاس پر یا تختی میں سے روشنی کے گزرنے پر ہم کو خیال نظر آتے ہیں تو بجائے ایک خیال کے خیالوں کا ایک سلسلہ نظر آتا ہے۔ لیکن جب ہم کسی آئینہ میں اپنا چہرہ دیکھتے ہیں تو خیالوں میں یہ تعدد نظر نہیں آتا کیونکہ دوسرا خیال سب پر غالب آجاتا ہے، اور اس کے بعد کے روشن خیال یعنی پہلے اور تیسرے قریب قریب دوسرے خیال پر منطبق ہی ہوتے ہیں۔ البتہ اگر ہم ایک شمع جلا کر آئینے کے قریب لے جائیں اور ذرا ترچھے ہو کر خیالوں کو دیکھیں تو خیال جدا ہو جاتے ہیں اور پانچ سے لے کر دس تک خیال نظر آتے ہیں جن میں روشن ترین خیال دوسرا ہوتا ہے۔ اسی طرح اگر شمع کسی شیشے کی تختی کے سامنے جلائی جائے اور ترچھی دیکھی جائے تو تین سے چھ تک خیال نظر آتے ہیں۔

انعطاف پر تجربے

(۱) شیشے کی ایک مستطیل سلی لو اور اس کو نقشہ کشی کے تختے پر رکھ دو۔ (شکل ۶۵) اس کے ایک رخ پر ایک انتصابی خراش پ ہے۔ اس کے مقابل کے ضلع پر جلا کر دی جاتی ہے۔ جلا دار رخ پر پ ن س عماد کھینچو۔ اس خط پر ایک سوئی س ایسی وضع میں رکھو کہ سلی کے سطح کے انعکاس سے اس کا خیال اسی سطح سے پ کے انعطافی خیال سے منطبق ہو جائے۔ آنکھ ع کو ادھر ادھر حرکت دو اور س کو درست کرو تا آنکہ دونوں میں اختلاف منظر نہ رہے۔ تو



شکل ۶۵

مہ = (پ ن) / (ق ن) = (پ ت) / (ن س)

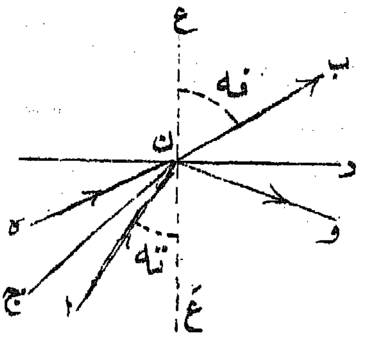
(۲) شیشے کے ایک گلاس کو پانی سے بھرو۔ اور پیندی میں کوئی سکہ رکھ دو۔ پیمانہ سے

پانی کی گہرائی ناپ لو۔ پھر ایک دوسرا سکہ لے کر گلاس کے بازو لکڑی کے کندوں یا کتابوں وغیرہ پر اس طرح رکھو کہ اِدھر سے دیکھنے پر گلاس کے اندر اور باہر کے دونوں سکے ایک ہی گہرائی پر نظر آئیں۔

$$\text{تو مہ} = \frac{\text{پانی کی گہرائی یا پانی کی سطح سے اندر والے سکہ کا فاصلہ}}{\text{پانی کی سطح سے باہر والے سکہ کا فاصلہ}}$$

انعکاس کلی

شکل ۶۶ میں فرض کرو کہ شیشے سے ہوا میں ایک شعاع کا راستہ ا ن ب ہے۔



شکل ۶۶

جس کا حصہ ن ب ہوا میں ہے۔ زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف میں حسب ذیل رشتہ ہوتا ہے۔

مہ جب تہ = جب فہ

شیشے کے لئے مہ = ۱٫۵ تقریباً

اس لئے اگر تہ کو بڑھایا جائے گا تو اس کی ایک قیمت انتہائی

مہ جب تہ = ۱ یا جب تہ = $\frac{1}{\text{مہ}}$ ہوگی۔

جبکہ جب فہ = ۱۔ ایسی صورت میں منعطف شعاع سطح کی سمت ن د میں خارج ہوگی۔ اس کے لئے شعاع واقع ج ن ہوگی اور زاویہ وقوع ج ن عَ ہوگا۔

اب فرض کرو کہ تہ کی قیمت اس سے بھی بڑھا دی جائے اور شیشے میں شعاع کا راستہ اب کا ن ہو جائے۔ اس وقت مہ جب تہ کی قیمت ۱ سے بڑھ جائے گی جو ممکن نہیں کیونکہ جب فہ کی قیمت ۱ سے کبھی زیادہ نہیں ہو سکتی۔ بنا بریں کسی منعطف شعاع کا وجود ہی نہ ہوگا۔ روشنی منعکس ہو کر راستہ ن د اختیار کرے گی۔ ایسی حالت میں روشنی کلی طور پہ منعکس ہو جاتی ہے اور اس مظہر کو انعکاس کلی کہتے ہیں۔

چونکہ عام طور پر واقع شعاع سے منعطف اور منعکس دونوں شعاعیں پیدا ہوتی ہیں، اس لیے منعکس شعاع کی حدت واقع شعاع کی حدت سے کم ہونا چاہیئے لیکن جب روشنی کلی طور پر منعکس ہوتی ہے تو کوئی منعطف شعاع ہوتی ہی نہیں، اس لیئے روشنی کا نقصان ہی نہیں ہوتا۔ پس کلی طور پر منعکس شعاع اتنی ہی روشن ہوتی ہے جتنی کہ واقع شعاع۔

زاویہ فاصل اگر کوئی شعاع کسی واسطے میں ایسی سمت میں چل رہی ہو کہ خارج ہونے والی شعاع واسطے کی سطح کو مس کرتی ہوئی نکلے تو جو زاویہ شعاع واقع عماد کے ساتھ بناتی ہے وہ کلی انعکاس کا انتہائی زاویہ یا زاویہ فاصل کہلاتا ہے۔

اس کو ہم یوں بھی بیان کر سکتے ہیں کہ زاویہ فاصل وہ زاویہ وقوع ہے جس کے لیئے زاویہ انعطاف ایک قائمہ کے مساوی ہو۔

چنانچہ شکل ۳۶ میں زاویہ ج ن ع = زاویہ فاصل = تہ

اور جب تہ = ۱/مہ

شیشے کے لیئے انعطاف نما = ۱٫۵۲ اور زاویہ فاصل = ۴۱° ۵′

پانی " " = ۱٫۳۳ " " = ۴۸° ۳۶′

ہیرے " " = ۲٫۴۱۷ " " = ۲۴° ۲۶′

بنا برین جب شعاعیں عماد کے ساتھ نسبتاً چھوٹا زاویہ بنائیں گی تو اس وقت وہ خارج ہو سکیں گی۔ چونکہ جن سمتوں میں شعاعیں خارج ہوتی ہیں اُن کی تعداد زیادہ نہیں ہوتی اسلیئے ممکن ہے کہ روشنی کسی ایک سمت میں قوی ہو کر نکلے۔ ہیرے کی "چھوٹ" بھی اسی انداز پر ہوتی ہے۔

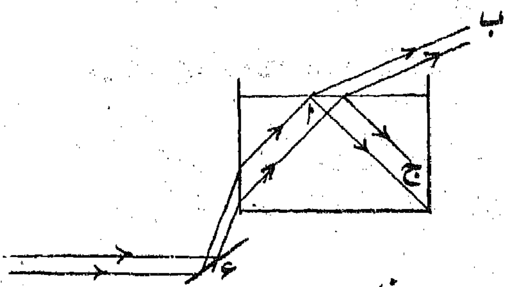
زاویہ فاصل پر تجربہ ایک خالی امتحانی نلی کو شیشے کے متقارہ میں ترچھا رکھو۔ کھڑکی سے کچھ فاصلے پر کھڑے ہو تاکہ روشنی متقارے میں پہلو سے افقاً داخل ہو۔ اور امتحانی نلی کی سطح کو پانی میں اوپر سے دیکھو۔ تو وہ آئینہ یا مجلا دھات کی طرح چمکتی نظر آئے گی۔

اس کا سبب یہ ہے کہ روشنی کی شعاعیں جو پانی میں سے ہو کر نلی کے پہلو پر واقع ہوتی ہیں۔ وہ کلی طور پر منعکس ہو جاتی ہیں۔ لیکن اگر نلی میں پانی بھر دیا جائے تو پانی بھرا حصہ خالی حصہ سے تاریک تر نظر آتا ہے۔ اب انعکاس کلی نہیں ہوتا۔ جو شعاعیں نلی کے بازو پر واقع ہو رہی

تھیں اُن میں سے بہت سی نلی میں داخل ہو جاتی ہیں۔

انعکاس کلی کی عملی توضیح

شکل ۶۷ میں شیشے کا ایک تسلہ ہے جو پانی سے بھرا ہوا ہے۔ ایک تطلیلی قندیل سے روشنی ایک آئینہ ع پر ڈالی جاتی ہے جس سے منعکس ہو کر وہ تسلہ کے بازو میں داخل ہوتی ہے۔ تسلہ کے اندر شعاع کے راستہ کو واضح کرنے کے لئے وہ ذرات کافی ہیں جو پانی کے اندر تیرتے رہتے ہیں۔ یا پھر پانی میں کوئی متر ہر شئے ڈال کر راستہ روشن کر دیا جاتا ہے۔



شکل ۶۷

اگر وہ زاویہ جو شعاع ا عماد کے ساتھ بناتی ہے زاویہ فاصل سے کم ہو تو اس سے ایک منعکس شعاع ج اور ایک منعطف شعاع ب پیدا ہو گی۔ ہوا میں اگر چاک کا سفوف چھڑک دیا جائے تو اس شعاع کا راستہ بھی مرئی ہو جائے گا۔

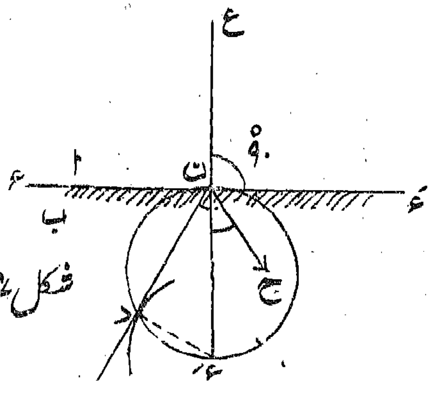
اب اگر آئینہ ع کو ایسا مائل کر دیا جائے کہ پانی کے اندر شعاع ا کا زاویہ وقوع بتدریج بڑھتا رہے۔ تو شعاع ب، اُفقی ہو جاتی ہے اور غائب ہو جاتی ہے۔ ساتھ ہی اس کے شعاع ج میں تابش بڑھ جاتی ہے۔ اس وقت شعاع کلی طور پر منعکس ہوتی ہے۔

زاویۂ فاصل کے لئے ہندسی عمل

فرض کرو کہ ا اور ب دو واسطے ہیں جن کی سطح فارق ع ع ہے۔ اس سطح پر ایک نقطہ ن ہے۔

پس دریافت طلب امر یہ ہے کہ واسطے ب میں سے گزر کر ع ع کے نقطہ ن پر واقع ہونے والی شعاع کس سمت میں کلی طور پر منعکس ہو گی۔ (شکل ۶۸)

ن پر عماد ع ن ع کو قطر مان کر ایک دائرہ کھینچو۔



شکل ۶۸

ع کو مرکز مان کر اور $\frac{\text{ن ع}}{\text{م}_\text{ب}}$ کے نصف قطر سے ایک قوس کھینچو جو دائرے کو د پر قطع کرے۔
تو ن د فاصل واقع اشعاع کی سمت ہوگی۔

کیونکہ ع ق ن = °۹۰

∴ جب د ن ع = $\frac{\text{ع د}}{\text{ع ن}}$ = $\frac{1}{\text{م}_\text{ب}}$ = جب م

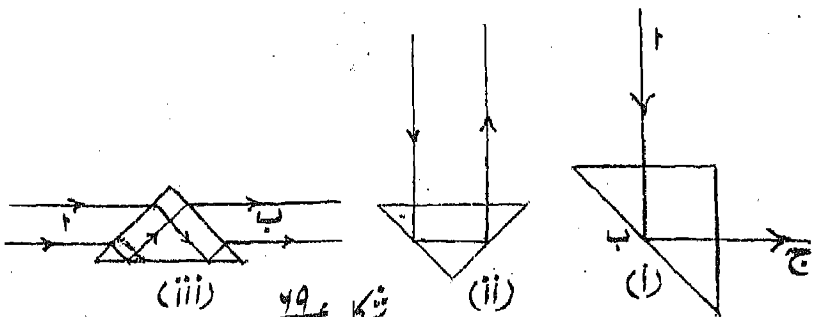
∴ د ن ع = م = زاویہ فاصل۔

شعاع منعطف سطح سے مس کرتی ہوئی نکلتی ہے۔
اگر م اس قیمت سے ذرا سا بھی بڑھ جائے تو ساری روشنی منعکس ہو کر راستہ ن ج اختیار کر لے گی۔

کلی عاکس منشور

بعض اغراض کے لئے مستوی آئینے استعمال کئے جاتے ہیں لیکن ان میں دو بڑے نقص ہیں۔ اولاً تو ان میں متعدد خیال دکھلائی دیتے ہیں، دوسرے ان کی قلعی اترتی رہتی ہے، جس کی وجہ سے ان کے استعمال میں دشواری پیش آتی ہے۔ ان وجوہ کی بنا پر بجائے آئینوں کے منشور استعمال کئے جاتے ہیں۔

شکل نمبر ۶۹ ان میں ایک تراش دکھلائی گئی ہے جس کو مناظر میں منشور کہا جاتا ہے لیکن ہندسہ میں اس کو شیشے کا قائم الزاویہ منشور کہتے ہیں، یعنی ایسا جسم جو مستوی شکلوں سے گھرا ہوا ہو، جن میں سے دو یعنی کنارے مساوی مثلث ہوتے ہیں اور باقی یعنی منشور کے پہلو مستطیل ہوتے ہیں۔



شکل ۶۹

تراش صدر تراش ہے یعنی وہ جو پہلو کے علی القوائم مستوی سے بنے شکل میں منشور قائم الزاویہ متساوی الساقین ہے۔

ا ب ج ایک شعاع ہے جو ایک رُخ پر عموداً واقع ہے اور اس لئے منشور کے اندر بلا انحراف داخل ہوجاتی ہے۔ مثلث کے وتر پر انعکاس کلی واقع ہوتا ہے۔ اب روشنی تیسرے رُخ پر علی القوائم واقع ہوتی ہے اس لئے بلا انحراف خارج ہوجاتی ہے۔ وتر پر زاویہ وقوع ۴۵° ہوتا ہے جو شیشے کے زاویہ فاصل سے زیادہ ہے۔ منشور میں داخل اور خارج ہوتے وقت روشنی میں بہت تھوڑا سا نقصان ہوتا ہے۔ اس لئے عملاً روشنی اپنی حدت کم کئے بغیر منعکس ہوجاتی ہے۔ ایسے منشور کو کلی انعکاسی منشور کہتے ہیں۔

شکل ۷ (i) میں روشنی ۹۰° میں منعکس ہوئی ہے۔ اور شکل ۷ (ii) میں وہ ۱۸۰° میں گھومی ہے۔ اس صورت میں ۲ مرتبہ انعکاس کلی ہوتا ہے۔

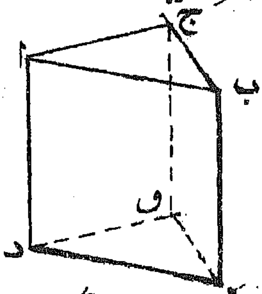
شکل ۷ (iii) میں جو منشور دکھایا گیا ہے وہ مقسوم منشور کہلاتا ہے۔ اس کا تفصیلی بیان آگے آئے گا۔ یہاں اتنا بیان کردینا کافی ہے کہ شعاع واقع ا کے جو حصے نیچے ہیں وہ شعاع خارج ب میں اوپر ہوگئے ہیں اور بالعکس۔

منشور سے انعطاف جیسا کہ سابق میں گزر چکا مناظر میں منشور سے مراد کسی واسطے کا وہ حصہ ہے جو ایک دوسرے پر مائل ۲ مستوی رخوں سے گھرا ہوا ہو۔

ان رخوں کے علی القوائم مستوی کو منشور کا صدر مستوی کہتے ہیں۔

دونوں رُخ جس کنارے پر ملیں اس کو انعطاف انگیز کنارہ کہتے ہیں۔

دونوں رخوں کے درمیان زاویے کو انعطاف انگیز زاویہ یا صرف منشور کا زاویہ کہتے ہیں۔



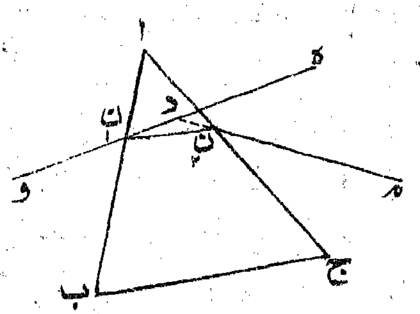
شکل ۷

چنانچہ شکل ۷ میں ا ب ہ د اور
ا ج و د = ۲ رُخ
ا د = انعطاف انگیز کنارہ
ب ا ج = انعطاف انگیز زاویہ

اکثر صورتوں میں مناظر میں جو منشور استعمال کئے جاتے ہیں۔

اُن کا قاعدہ اور اوپر کی سطح بالعموم صدر مستوی ہوتی ہیں۔
یہ منشور بالعموم شیشے یا کسی دوسری شفاف شئے کے بنائے جاتے ہیں۔ دونوں رخوں کو جلا دے دی جاتی ہے، مثلثی سطحیں دھندلی رکھی جاتی ہیں۔ بقیہ سطح ب ج ھ ہ کبھی دھندلی رکھی جاتی ہے، کبھی نہیں۔ کبھی ایسا ہوتا ہے کہ صرف ب ج و ہ ہی کو دھندلا کر دیتے ہیں۔ اور بقیہ سطحیں مجلا رہتی ہیں۔ اگر کوئی سطح دھندلی نہ ہو تو ب ہ اور و ج بھی انعطاف انگیز کنارے مانے جا سکتے ہیں۔

انحراف اقل: شکل ۲۱ میں شیشے کے منشور ا ب ج کی ایک صدر تراش دکھلائی گئی ہے۔

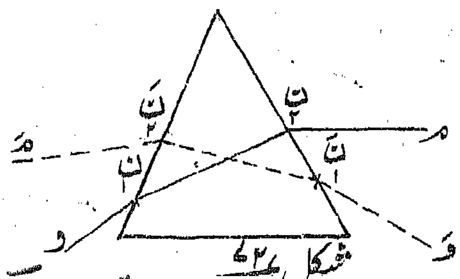


شکل ۲۱

و ن = شعاع واقع جو منشور پر بمقام ن واقع ہے۔
ن ن = شیشے میں شعاع کی سمت ن پر انعطاف کے بعد۔
ن م = شیشے سے خارج ہونے پر شعاع کی سمت و ن کو خارج کرو ہ تک اور م ن کو خارج کرو تاکہ وہ ن ہ کو د پر قطع کرے۔
تو ہ د م = واقع اور خارج شعاعوں کے درمیان زاویہ
= منشور سے پیدا شدہ انحراف

اگر شعاع و ن کا زاویہ وقوع رخ ا ب پر بدل جائے تو انحراف بھی بدل جائے گا۔ اگر شعاع واقع اور شعاع خارج دونوں منشور سے مساوی زاویئے بنائیں تو منشور انحراف اقل کی وضع میں سمجھا جاتا ہے۔

اس کا ثبوت آسان ہے۔ چنانچہ فرض کرو کہ کسی دوسری شعاع و ن ن م (شکل ۲۲) کا انحراف اقل ہے۔

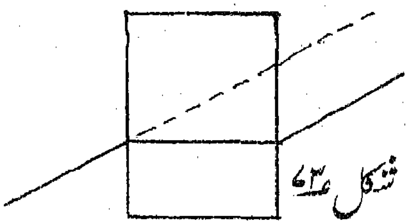


شکل ۲۲

تو لامحالہ کل طور پر مخالف سمت میں ایک شعاع ف ن۲ ن۱ ہ منشور میں سے گزرے گی، جس سے ا ن۱ = ا ت۱ اور ا ت۲ = ا ن۲ ہو جائے تو ف ن۱ ن۲ ص کا انحراف = ف ن۲ ن۱ ہ کا انحراف۔ بنا بریں ف ن۱ ن۲ ص کا انحراف اقل نہیں ہو سکتا۔

یہاں واضح کر دینا ضروری ہے کہ انحراف اور نقل مکان میں فرق ہے۔

شکل ۷۳ میں ایک شعاع کا نقل مکان دکھلایا گیا ہے جو متوازی سطحوں والی شیشے کی تختی سے پیدا کیا ہے۔ شعاع خارج شعاع واقع کے متوازی ہے۔ لیکن شکل ۷ میں شعاع خارج شعاع واقع کی سمت سے بقدر ایک زاویہ کے ہٹ گئی ہے۔ اور



شکل ۷۳

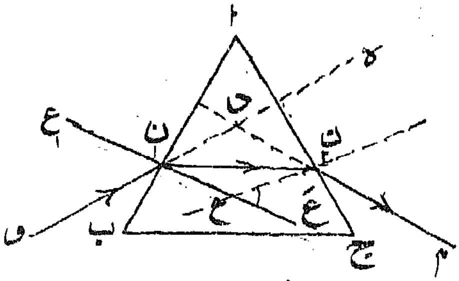
یہ گردش انعطاف انگیز کنارے سے دور منشور کے دبیز تر حصوں کی طرف ہوتی ہے۔

انحراف اقل کا ضابطہ :- شکل ۷۴ میں فرض کرو۔ کہ منشور انحراف اقل کی وضع میں ہے۔ اور

ع ع۱ = ن۱ پر عماد

ع ع۲ = ن۲ ________

و ن۱ ن۲ ص = شعاع واقع



شکل ۷۴

و ن̂۱ ع۱ = زاویہ وقوع = ب ہ

ص ن̂۲ ع۲ = زاویہ خروج = ب د

ع ن̂۱ ن۲ = پہلا زاویہ انعطاف = ت ہ

ع ن̂۲ ن۱ = دوسرا زاویہ وقوع = ت د

ہ د̂ ص = زاویہ انحراف = ح

ب ا̂ ج = زاویہ منشور = ا

تو △ د ن۱ ن۲ میں ن۲ د̂ ہ = زاویہ خارجہ

∴ ن۲ د̂ ہ = ح = د ن̂۲ ن۱ + د ن̂۱ ن۲

= د ن̂۱ ع - ن۲ ن̂۱ ع + د ن̂۲ ع - ن۱ ن̂۲ ع

= و ن̂۱ ع - ن۲ ث̂۱ ع + م ث̂۲ ع - ت۲ ث̂۱ ع

= به - ته + به - ته

= ۲ (به - ته)

نیز ذوار بعۃ الاضلاع ا ن۱ ع ن۲ میں ا ن۱ ع = ا ن۲ ع = قائمہ

∴ ن۱ اَ ن۲ + ن۱ عَ ن۲ = ۲ قائمہ = π

∴ ن۱ اَ ن۲ = ا = π - ن۱ عَ ن۲

= ن۲ عَ ع = ت۱ ث̂۲ ع + ت۲ ث̂۱ ع [بوجہ خارجی زاویہ ہونے کے

= ته + ته = ۲ ته

∴ ته = ا/۲

∴ ح = ۲ (به - ا/۲) = ۲ به - ا

∴ به = (ح + ا)/۲

لیکن اگر مسه = انعطاف نما

تو مسه = جب به / جب ته

∴ به اور ته کی قیمتیں درج کرنے سے

مسه = جب ((ح + ا)/۲) / جب (ا/۲)

پس اگر ا اور ح معلوم ہوں تو مسه کی قیمت دریافت ہوسکتی ہے۔

انحراف جبکہ زاویہ منشور چھوٹا ہو: — اگر ا اور ح چھوٹے ہوں تو

جب ((ح + ا)/۲) / جب (ا/۲) = ((ح + ا)/۲) / (ا/۲) } تقریباً

∴ ادھر کے ضابطہ میں درج کرنے سے

مسه = (ح + ا)/ا

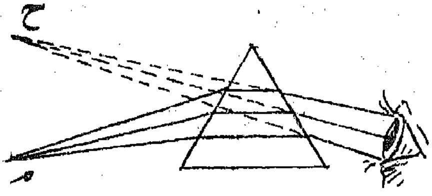
یا ح = (مسه - ۱) ا

نوٹ :- ضابطہ کو یاد رکھنے کی ایک صورت یہ ہے کہ دیکھا جائے کہ اگر شیشے کے بجائے منشور ہوا کا مانا جائے تو کیا نتیجہ ہوگا۔ ایسی صورت میں ح = ۰

تو مہ = جب ½ / جب ½ = ۱ ہونا چاہیئے۔

منشور سے پیدا شدہ خیال

فرض کرو کہ شکل ۷۵ میں مہ ایک منور نقطہ ہے۔ تو مہ سے چل کر شعاعیں منشور میں سے گزرتی ہیں اور پھر چشم مشاہد تک پہنچتی ہیں جیسا کہ شکل میں دکھلایا گیا ہے۔ ان شعاعوں کو اگر پیچھے کی طرف خارج کیا جائے تو یہ نقطہ خ پر ملیں گے۔ پس منور نقطہ مہ بوجہ منشور کے مشاہد کو خ پہ نظر آئے گا۔



شکل ۷۵

پس یہی منشور سے پیدا شدہ خیال ہے۔ ذرا سے تامل سے یہ واضح ہو جائے گا کہ مہ سے چلنے والی ایک چھوٹی پنسل اگر منشور پر ایسے زاویہ پر واقع ہو کہ پنسل کا محور انحراف اقل کے راستہ پر ہو، تو تمام شاعیں تقریباً مساوی حد تک منحرف ہوں گی اور اس لئے منشور سے نکلنے کے بعد ایک دوسرے سے اسی زاویہ پر مائل ہوں گی جو وقوع سے قبل تھا۔ یہی وجہ ہے کہ پیچھے خارج کئے جانے پر شعاعیں خ پر ملیں۔

اب اگر روشنی کا راستہ منقلب کر دیا جائے تو خ سے چلنی والی شعاع منشور سے گزرنے کے بعد مہ پر ماسکہ میں آئے گی۔

بنا برین مہ اور خ زوجی ماسکے ہیں۔

اگر پنسل چھوٹے زاویئے والے منشور کے انعطاف انگیز کنارے کے قریب ہی واقع ہو اور منشور پنسل کے محور کے لحاظ سے انحراف اقل کی وضع میں ہو تو ہم منشور کی دبازت کو نظر انداز کر سکتے ہیں اور یہ کہہ سکتے ہیں کہ زوجی ماسکے منشور کے ایک ہی جانب ہوتے ہیں، اور اس کے کنارے سے مساوی الفاصلہ ہوتے ہیں۔ ظاہر ہے کہ جو خیال بنتا ہے وہ

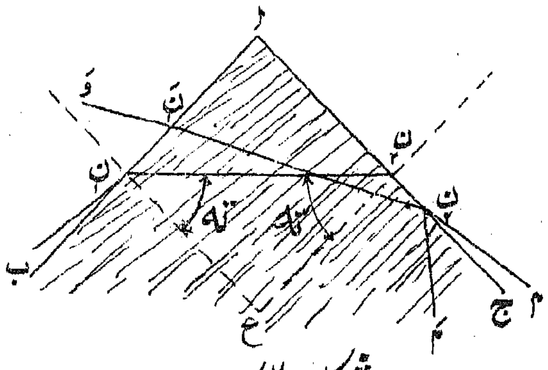
مجازی اور مستقیم ہوتا ہے۔

اوپر کی تقریر کو ہم یوں بھی بیان کرسکتے ہیں کہ اگر منشور کا قاعدہ نیچے کی طرف ہو، جیسا کہ شکل ۷۵ میں ہے، تو منشور میں سے دیکھنے سے کسی شخص کا خیال منشور کے کنارے کی طرف اٹھا نظر آئے گا۔ اور اگر منشور کا قاعدہ اوپر ہو تو پھر خیال شخص سے نیچے نظر آئے گا۔ نیز شعاع خارج بھی ہمیشہ منشور کے قاعدے کی جانب جھکی ہوتی ہے۔

منشوروں کے انتہائی زاویئے

ہر اس شے کے لیے جس کا منشور بنایا جائے۔ ایک زاویہ ہوتا ہے کہ اگر منشور کا زاویہ اس سے بڑا رکھا جائے تو کوئی شعاع منشور میں سے نہیں گزرتی۔

فرض کرو کہ ایک شعاع ۹۰° کے قریب کا زاویہ وقوع بناتی ہے جیسے کہ شکل ۷۶ میں شعاع و ن دکھلائی گئی ہے۔



شکل ۷۶

اگر منشور کا زاویہ ایسا ہو کہ ن ن ع = شیشے کے لیے زاویہ فاصل تو شعاع ن م کی سمت میں خارج ہوگی۔ اگر منشور کا زاویہ اس سے بڑا کر دیا جائے تو ن ن ع سے زاویہ فاصل اور شعاع کلی طور پر منعکس ہو جائے گی۔

نیز و ن ن م جیسی کوئی شعاع ن پر کلیتہً منعکس ہو جائے گی۔

منشور کے اس انتہائی زاویئے کے لئے و ن ن م انحراف اقل کی وضع ہے۔

جس سے $\frac{1}{2}$ = تہ

نیز جب تہ = $\frac{1}{\text{مہ}}$ = $\frac{1}{1.5}$ [شیشہ کے لئے]

∴ تہ = ۴۱° ۵۰' اور ۱ = ۸۳° ۴۰'

اس سے زائد زاویوں کے لئے کوئی شعاع شیشے کے منشور میں سے نہیں گزر سکتی۔

منشور سے تجربے

(۱) منشور سے پیدا شدہ انحراف کی توضیح بہت آسانی کے ساتھ مناظری قرص سے ہوسکتی ہے اگر شکل ۶۴ میں بجائے نیم کروی شیشے کی سلی کے وہاں ایک منشور رکھ دیا جائے۔

(۲) **زاویہ وقوع کے ساتھ زاویہ انحراف کا تغیر:۔** نقشہ کشی کے تختے پر ایک منشور رکھو اور اس کا خاکہ پنسل سے بنالو۔ (شکل ۶۵)

خط و ن پر دو سوئیاں نصب کرو۔ اب منشور میں سے ان سوئیوں کو دیکھو، جس سمت میں ان سوئیوں کے خیال نظر آئیں اس سمت میں خط ن مہ پر دو اور سوئیاں نصب کرو۔ اس طرح خط ن۲ مہ حاصل کرو۔ منشور کو ہٹا کر چاندے سے منشور کا زاویہ اور زاویہ انحراف اقل پیمائش کرو۔

وقوع کے مختلف زاویوں کے لئے تجربے کو دہراؤ۔

پھر ایک ترسیم بناؤ جس میں ایک طرف زاویہ وقوع اور دوسری طرف زاویہ انحراف اقل۔

مثال کے طور پر ایک منشور جس کا زاویہ = ۶۰° تھا،

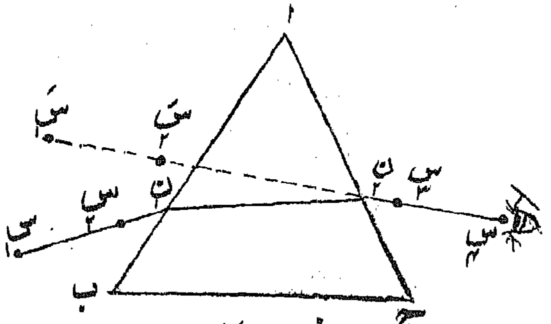
اس کے لئے زاویہ وقوع = ۴۰°، ۵۰°، ۶۰° اور ۷۰° لیا گیا۔

تو زاویہ انحراف علی الترتیب ۵۰°، ۵۰°، ۵۰° اور ۵۳$\frac{1}{2}$° نکلا۔

اس لئے انحراف اقل = ۴۹° تقریباً

(۳) **انحراف اقل:۔**

حسب شکل ۶۶ منشور اور سوئیوں س۱ س۲ کو ترتیب دو۔ منشور کو گھماؤ تاکہ خیال سَ۱ سَ۲ جہاں تک ہوسکے س۱، س۲



شکل ۶۶

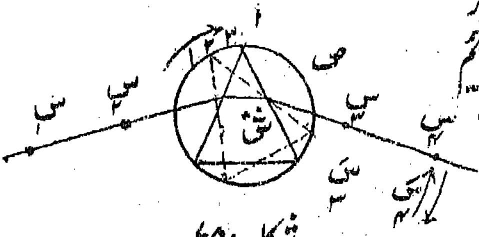
کے قریب آجائیں۔

اس وضع میں انحراف اقل ہوگا۔ پھر سوئیاں س۱، س۲ خیال س۳، س۴ کی سیدھ میں نصب کرو۔

اب منشور اور سوئیاں ہٹا کر خطوط حاصل کرو۔ س۱ س۲ اور س۳ س۴ کے درمیان زاویہ انحراف ح کی پیمائش کرو۔

ا کی پیمائش کرکے ضابطہ سے مـہ کی قیمت معلوم ہوسکتی ہے۔

(۴) **انحراف اقل** :— (بدل) ایک منشور نش لو (شکل ۴۸) اور ایک گول قرص ص اس طرح کاٹو کہ جب منشور اس کے اوپر رکھا جائے تو منشور کے کنارے قرص کے محیط پر علی القوائم ہوں۔ نرم موم لگا کر نش کو ص سے جوڑ دو۔ ایک تختہ پر کارتوسی کاغذ لگاؤ اور اس کے اوپر ایک دائرہ ص کے برابر کھینچو۔



شکل ۴۸

کاغذ پر ایک خط س۱ س۲ کھینچو اور دو سوئیاں س۱، س۲ پر نصب کرو۔ نش، ص کو اپنی اپنی جگہ رکھو۔ نش کا ایک رخ س۱ س۲ پر تقریباً علی القوائم رہے۔

اب منشور کی دوسری جانب سے دیکھو اور دو سوئیاں س۳، س۴ اسی طرف ایسی لگاؤ کہ س۱، س۲ کے خیال اور یہ سوئیاں ایک خط میں ہوں۔ خیال کسی قدر غیر واضح اور رنگین نظر آئیں گے۔ اس لئے اُن کے مرکز دیکھ کر دوسری سوئیاں نصب کرنا پڑیں گی۔ اس کی جانچ کے لئے س۴ س۳ کی طرف سے دیکھو کہ س۱ س۲ س۳ س۴ ایک خط ہے یا نہیں۔ کاغذ پر ا کی وضع پنسل کے نشان (۱) سے ظاہر کرو۔ س۳، س۴ کو ہٹا دو۔ خط س۳ س۴ کھینچو۔

ص کو پنسل والے دائرے ہی پر رکھ کر اس کو اس طرح گھماؤ کہ ا داہنی طرف ذرا سا ہٹ جائے۔ مشاہدات کو دہراؤ۔ ۱ س۳، س۴ کی نئی وضعوں کو ۲، س۳ س۴ سے ظاہر کرو۔ ۲ کی مختلف وضعوں کے لئے دہراؤ یہاں تک کہ زاویہ وقوع بڑا

ہو جائے اور سوئیوں کے خیال غیر واضح ہو جائیں۔

تو مشاہدے سے معلوم ہوگا کہ جب نش کو گھمایا جاتا ہے تو منشور کی آنکھ والی طرف سوئیوں کا خط س س تک پہنچتا ہے اور پھر وہاں سے واپس ہوتا ہے۔ منشور اور کاغذ کو دور کردو۔ منشور کی اس وضع کا نشان ڈالو جس سے س س ملتا ہے۔ س س ، س س کو خارج کرد کہ وہ منشور کے رخوں کو قطع کریں۔ اور دکھلاؤ کہ زاویہ وقوع زاویہ خروج کے مساوی ہے۔ اب س س خارج اور س س کے درمیان زاویہ کی پیمایش کرو۔ یہی انحراف اقل یعنی ' ح ' ہے۔

اب اگر ا کی پیمایش کر لی جائے تو سابق کے ضابطے سے منشور کا انعطاف نما بھی معلوم ہو سکتا ہے۔

شفاف اشیاء کے آمیزوں کی رویت پذیری

اگر روغن پیرافین اور پانی یا کوئی ایسے دو مائع لئے جائیں جو ایک دوسرے سے ملتے نہ ہوں اور نہ جو ایک دوسرے پر کیمیاوی تعامل کرتے ہوں ، اور ان کو امتحانی نلی میں ڈال کر ہلا یا جائے تو آمیزہ دودھ کی طرح غیر شفاف ہو جائے گا۔

ہلانے کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ہر مائع ننھے ننھے قطروں میں بٹ جاتا ہے۔ جن میں سے ہر ایک میں اپنے اپنے مائع کی شفافیت موجود رہتی ہے۔

اب فرض کرو کہ روشنی کی ایک شعاع آمیزے پر واقع ہوتی ہے ، اور فرض کرو کہ اسے پہلے پانی کے ایک قطرے سے سابقہ پڑتا ہے۔ تو قطرے کی پہلی سطح سے روشنی کی ایک مقدار منعکس ہو جائے گی۔ باقیماندہ قطرے میں سے گزر جائے گی۔ یہاں تک کہ اس کو روغن کا ایک قطرہ ملے۔

یہاں پھر انعکاس واقع ہوگا اور اب کمزور شعاع روغن کے قطرے میں سے گزر کر پھر پانی کے کسی قطرے پر پہنچے گی۔ یہاں مزید انعکاس اور کمزوری پیدا ہو گی۔

چونکہ آمیزے کے ہر دسویں انچ میں ایسی متعدد عاکس سطحیں ہوں گی اس لئے ظاہر ہے کہ روشنی براہ راست کسی معتدبہ فاصلہ تک نفوذ نہ کر سکے گی۔ پس آمیزے کے غیر شفاف ہونے کا یہی سبب ہے۔ پھر دودھ کی سی سفیدی بھی اس وجہ سے ہے کہ آمیزہ روشنی کو نہایت آزادی سے منعکس کرتا ہے۔ بجائے اس کے کہ وہ آزادی سے اپنے میں سے گزر نے دے۔

جھاگ یا پھین کی سفیدی اور غیر شفافیت بھی اسی بنا پر ہے کیونکہ وہ ہوا اور پانی کے ننھے

ننھے ذروں کا آمیزہ ہے اور ہر دو اپنی اپنی جگہ پر شفاف ہیں، دودھ کی سفیدی کا بھی یہی سبب ہے، کیونکہ وہ شفاف چکنائی کے ننھے ننھے دانوں پر مشتمل ہے جو پانی جیسے ایک شفاف مائع میں تیرتے رہتے ہیں۔ برف اور شکستہ شیشے کی سفیدی اور غیر شفافیت بھی ایسے ہی اسباب پر مبنی ہے۔ بادل اور کہر بھی اسی کے تحت آتے ہیں کیونکہ وہ شفاف پانی یا برف کے ذرّوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔

اوپر کی تقریر سے یہ واضح ہوا کہ انعکاس اسی وقت واضح ہوتا ہے جب کہ انعطاف نما میں انقطاع واقع ہو۔ چنانچہ اگر ایک ہی انعطاف نما کے دو واسطے لئے جائیں تو ان کی فارق سطحوں پر انعکاس واقع نہ ہوگا۔

مثلاً اگر ہم کسی بے رنگ شفاف ٹھوس کو اسی انعطاف نما کے کسی بے رنگ شفاف مائع میں ڈالیں تو وہ ٹھوس نظر نہ آئے گا۔ چنانچہ شیشے کے ٹکڑے اگر روغن دیودار میں ڈالے جائیں تو وہ نظر نہ آئیں گے۔ نیز اگر شیشے کے قلم کو گلیسرین میں ڈالا جائے تو پہلی نظر میں قلم دکھائی نہ دے گا۔

روئی کے ریشے کو جب خوردبین سے دیکھا جاتا ہے تو وہ شفاف نظر آتا ہے لیکن ان ہی ریشوں کے بنے ہوئے کاغذ کو جب دیکھا جاتا ہے تو وہ غیر شفاف دکھائی دیتا ہے، کیونکہ ریشوں کی درمیانی جگہوں میں ہوا ہے جس کا انعطاف نما روئی سے مختلف ہے۔ نقل گیر کاغذ کی تیاری میں ہوا کی جگہ چکنائی لے لیتی ہے، جس کا انعطاف نما ہوا کے مقابلہ میں روئی کے انعطاف نما سے قریب تر ہے۔ اسی وجہ سے اندرونی سطحوں پر انعکاس کم ہوتا ہے۔ لہذا شفافیت بڑھ جاتی ہے۔

بانیہمہ لارڈ ریلے نے ثابت کیا ہے کہ یکساں تنویر کے میدان میں ہر شفاف جسم غیر مرئی ہوگا، اگرچہ جسم اور ماحول کا واسطہ دونوں کے انعطاف نما کتنے ہی مختلف کیوں نہ ہوں۔

جو اشیا بہت تھوڑی مقداروں میں استعمال ہوتی ہیں مثلاً جواہرات، ان کا انعطاف نما دریافت کرنا ہو تو، حسب تقریر بالا، طریقہ یہ ہوگا کہ ان کو مختلف روغنوں کے آمیزوں میں ڈالا جائے، اور روغنوں کا تناسب برابر بدلا جائے یہاں تک کہ جواہرات غیر مرئی ہو جائیں۔ ایسی صورت میں ان کا انعطاف نما وہی ہوگا جو اس مائع کا ہوگا۔ مائع کا انعطاف نما دریافت کرنے کے لئے قاعدے آٹھویں باب میں بیان کئے گئے ہیں چنانچہ

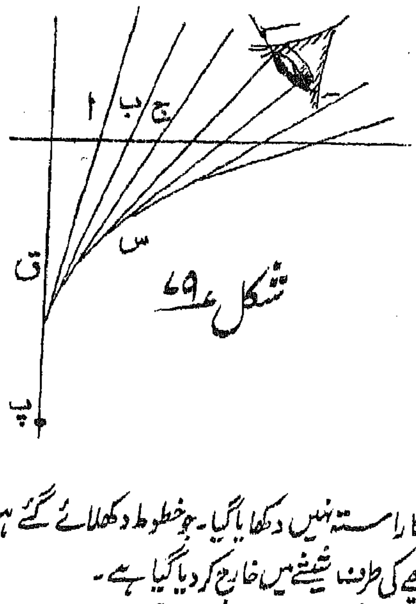
روغن زیتون کا انعطاف نما ۱ء۴۷ ہے اور کاربن بائی سلفائیڈ کا ۱ء۶۳۔ پس ان کے آمیزے کے انعطاف نما کی قیمت ان ہر دو کے درمیان کوئی سی قیمت ہو سکتی ہے۔ اعلیٰ انعطاف نما کے لئے پانی میں بیریم مرکیورک آیوڈائیڈ کا محلول استعمال کیا جاتا ہے۔ اس محلول کے لئے مہ کی قیمت اعظم ۱ء۷۹ ہے۔

اسی بنا پر ہم ہیرے کو پرکھ سکتے ہیں۔ اگر کسی جھوٹے ہیرے کو ایسے مائع میں ڈال دیا جائے جس کا انعطاف نما سچے ہیرے کے مساوی ہو تو وہ جھوٹا ہیرا اس مائع میں برابر نظر آئے گا، حالانکہ سچا ہیرا نظر نہیں آتا۔

مستوی سطح سے انعطاف پر آتشی منحنی

شکل ۶۲ میں پ کا خیال ق پر نظر آنے کے لئے ضروری ہے کہ پ سے جو شعاعیں متسع ہوں وہ انتصابی کے ساتھ چھوٹا زاویہ بنائیں۔ شکل ۷۹ میں وہ صورت دکھائی گئی ہے جبکہ یہ زاویہ چھوٹا نہیں ہوتا۔

پ ایک مبدئی نقطہ ہے جو ۱ء۵ انعطاف نما والے شیشے میں واقع ہے۔ پ سے متسع شعاعیں شیشے کی سطح سے ا، ب، ج ...... پر ملتی ہیں۔ جہاں سے وہ ہوا میں منعطف ہو جاتی ہیں۔



شکل ۷۹

التباس سے بچنے کے لئے شیشے کے اندر شعاعوں کا راستہ نہیں دکھایا گیا۔ جو خطوط دکھلائے گئے ہیں وہ ہوا میں انعطافی خطوط ہیں جن کو پیچھے کی طرف شیشے میں خارج کر دیا گیا ہے۔

یہ شعاعیں کسی ایک نقطہ ق پر نہیں ملتیں، بلکہ ہر دو شعاعیں ایسے نقطوں پر ملتی ہیں جو ایک منحنی پر واقع ہوتے ہیں۔

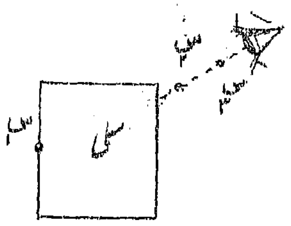
اسی منحنی کو آتشی منحنی کہتے ہیں۔ ہر وہ شعاع جو پ سے متسع ہوتی ہے وہ سطح پر انعطاف

کے بعد اس منحنی کا مماس ہوتی ہے۔

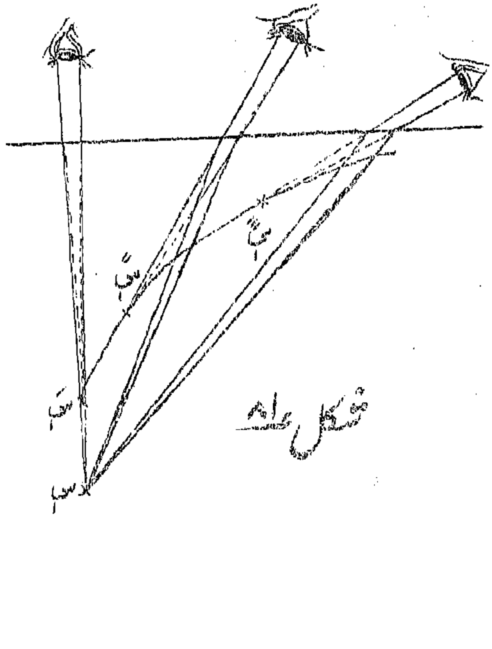
اگر شکل ع۷۹ کی طرح کوئی آنکھ پ کو دیکھے تو اس کو خیال س پر نظر آئے گا۔ لیکن اس صورت میں خیال کی وضاحت اتنی نہ ہوگی جتنی کہ انتصابی وضع میں دیکھنے سے ق پر ہوتی ہے۔ ق کے مقابلے میں س سطح سے قریب تر ہے۔ بنا بریں جب کوئی آنکھ پانی سے بھرے برتن کی چپٹی پیندی کو دیکھتی ہے تو پانی قدرے مقعر نظر آتا ہے۔

آتشی منحنی کے لئے ایک تجربہ یوں انجام دیا جا سکتا ہے کہ نقشہ کشی کے تختے پر شیشے کی سلی رکھی جائے اور اس کے رخ کے قریب ایک سوئی س۱ نصب کر دی جائے۔ اور پھر دو سوئیاں س۲، س۳ سوئی س۱ کے خیال کی سیدھ میں نصب کی جائیں (شکل ع۸۰) س۲ س۳ کے نشانوں میں سے خط کھینچو۔ س۲، س۳ کی مختلف وضعوں کے لئے دہراؤ، اور بہت وسیع سمتیں منتخب کرو۔

سلی کو ہٹا کر خطوط کو پیچھے کی طرف خارج کرو۔ اور دو دو کر کے خطوط کے نقاط تقاطع کو ملا دو۔ تاکہ منحنی بن جائے (شکل ع۸۱) یہی آتشی منحنی ہے۔ اس کے لئے بہت محنت کے ساتھ کام کرنے کی ضرورت ہے۔



شکل ع۸۰

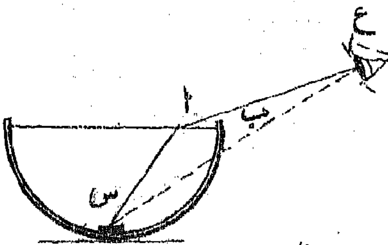


شکل ع۸۱

انعطافی مظاہر و اطلاقات

(۱) سکّہ اور برتن:- کلیہ انعکاس بہت قدیم زمانے سے لوگوں کو معلوم ہے، چنانچہ اقلیدس نے بمقام اسکندریہ ۳۰۰ ق م میں جو کتاب مناظر پر لکھی تھی اس میں اس میں اس کو ثابت کیا ہے لیکن انعطاف کا مسئلہ بہت بعد میں جا کر سمجھ میں آیا۔

شکل ۸۲ میں وہ تجربہ دکھلایا گیا ہے جو قدیم زمانہ میں بہت کچھ جاذب توجہ تھا۔

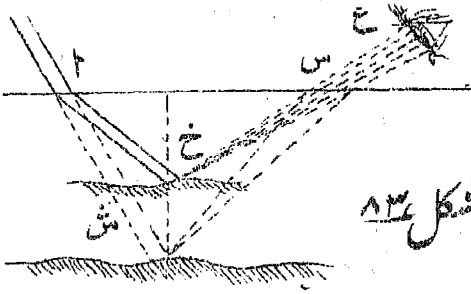


شکل ۸۲

ب ایک خالی ظرف ہے جس کے پیندے میں ایک سکّہ س رکھا ہے۔ آنکھ اگر ع پر ہو تو سکّہ بوجہ ب کے نہیں دکھائی دیتا لیکن جب برتن میں بتدریج پانی ڈالا جاتا ہے، تو پہلے سکّے کے کنارے دکھائی دیتے ہیں، پھر نصف سکہ اور جب برتن بالکل بھر جاتا ہے تو پورا سکہ دکھائی دینے لگتا ہے۔ اس درمیان میں آنکھ ع ہی پر رہتی ہے۔ اس کا سبب یہ ہے کہ سکّے سے چلی ہوئی شعاعیں پانی کی سطح پر آ کر منعطف ہوتی ہیں اور پھر راستہ ا ع اختیار کرتی ہیں۔ اس لئے سکہ دکھائی دینے لگتا ہے۔

اس تجربہ کی صحیح توجیہ اسکندریہ کے بطلیموس نے ۱۰۰ء کے قریب اپنی کتاب 'مناظر' میں کی تھی۔

(۲) خمیدہ سلاخ:- جب کسی سلاخ یا قلم وغیرہ کو ترچھا کر کے ایک حصہ پانی میں ڈبویا جاتا ہے تو پانی کی سطح پر سلاخ خمیدہ نظر آتی ہے۔ اس کا سبب یہی ہے کہ پانی کے اندر سلاخ کے حصے سے شعاعیں نکل کر منعطف ہوتی ہیں۔ چنانچہ شکل ۸۳ میں ش سے چلنے والی شعاعیں پانی سے نکل کر جب ہوا میں آتی ہیں تو س پر منعطف ہو جاتی ہیں۔ اور خ سے آتی معلوم ہوتی ہیں



شکل ۸۳

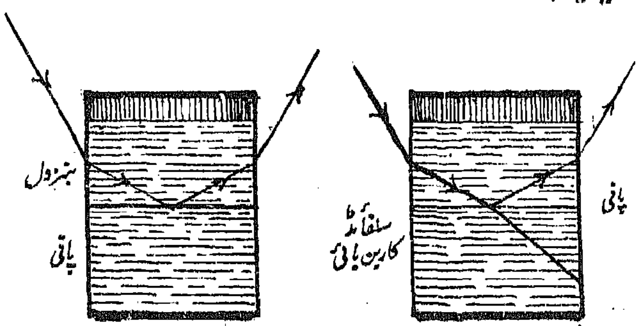
اسی طرح ش اور ا کے درمیان نقطے ع پر آنکھ کو خ اور ا کے درمیان نظر آتے ہیں۔ اس طرح سلاخ کا حصہ ا ش وضع ا خ میں نظر

آتا ہے اور چونکہ سلاخ کا جو حصہ ہوا میں ہے وہ آنکھ کو براہ راست نظر آتا ہے۔ اسی لئے ا پ سلاخ خمیدہ یا شکستہ نظر آتی ہے۔

(۳۳) کلی انعکاسی مظاہر:- (۱) چاندی کے ایک چمچہ کو پانی کے ایک گلاس میں رکھو اور گلاس آنکھ سے اوپر اٹھاؤ۔ تو پانی کی سطح بالکل آئینہ معلوم ہوتی ہے اور چمچہ کے نیچے والا حصہ اس میں منعکس نظر آتا ہے۔

ایسی ہی کیفیتیں آبگاہوں میں نظر آتی ہیں۔ مائع کی بالائی سطح جب نیچے کی طرف سے کسی مناسب وضع میں دیکھی جاتی ہے تو اس میں اس کے اندر کی مچھلی وغیرہ کا منعکس خیال نظر آتا ہے۔

اگر بنزول کی ایک تہ کسی منقارے میں پانی پر ڈالی جائے اور دونوں کی سطح فارق کو اوپر سے ترچھا دیکھا جائے تو اس میں چاندی کی سی چمک نظر آتی ہے۔ کیونکہ زاویہ فاصل سے زاویہ وقوع کے بڑھ جانے پر شعاعیں پانی میں نہیں جا سکتیں بلکہ منعکس ہو جاتی ہیں جیسا کہ شکل ۸۴ میں دکھلایا گیا ہے۔



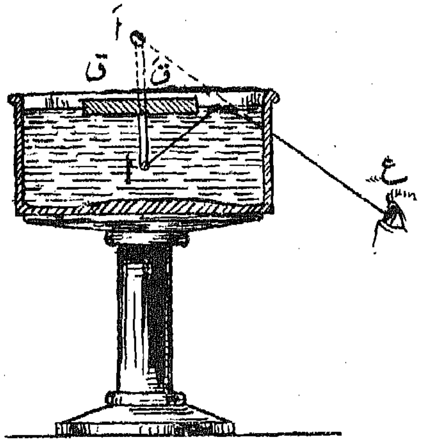
شکل ۸۴ شکل ۸۵

شکل ۸۵ میں ظرف کے اندر پانی اور کاربن بائی سلفائڈ ہیں۔ یہاں سطح فارق چمک دار نظر نہیں آتی۔ صرف ایک حصہ شعاعوں کا منعکس ہوتا ہے۔ بائی سلفائڈ چونکہ پانی سے کثیف تر ہے اور انعطاف انگیز بھی زیادہ ہے اس لئے شعاعوں کا بڑا حصہ پانی میں سے گزر کر بائی سلفائڈ میں چلا جاتا ہے۔

پانی کے بلبلے موتی کی طرح چمکتے ہیں اور شفاف جسموں میں درازیں آئینوں کی پٹیاں

معلوم ہوتی ہیں۔ اس لئے کہ ترچھی شعاعیں بالکلیہ منعکس ہو جاتی ہیں۔ شفاف اجسام کی سطحیں جب مستوی ہوتی ہیں تو اُن کی چمک دمک زیادہ تر انعکاس کلی کا نتیجہ ہوتی ہے جیسا کہ جھاڑ فانوس کے آویزوں کی کیفیت ہوتی ہے۔ انتہائی زاویہ جتنا چھوٹا ہوتا ہے اُتنی ہی یہ چمک زیادہ روشن ہوتی ہے۔ ہیرے کی چھوٹ کا بھی یہی سبب ہے جیسا کہ اس سے پیشتر گزر چکا۔ جواہرات کی تراش اسی انداز پر کی جاتی ہے کہ روشنی معمولی انعطاف کے تحت نہ خارج ہو بلکہ کلی طور پر منعکس ہو کر خارج ہو۔ ان سے اُن کی چھوٹ بہت بڑھ جاتی ہے۔

(ب) سلائی اور پانی:- کارک کی ایک قرص ق قَ، جس کا قطر تقریباً ڈیڑھ انچ ہے (شکل ۸۶) پانی پر تیرتی ہے۔ اس قرص میں انتصاباً پیتل کی ایک سلائی ا اَ لگی ہے جس کا طول تقریباً ایک انچ ہے۔



شکل ۸۶

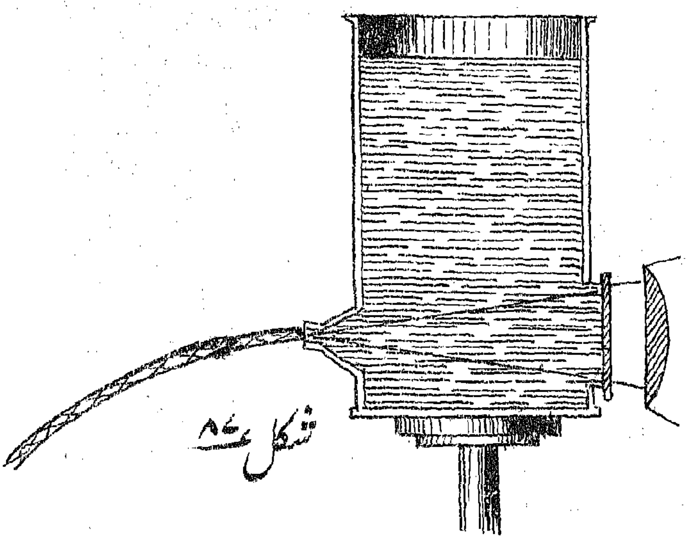
ا سے جو شعاعیں چل کر کارک کے باہر پانی کی سطح پر پڑتی ہیں، اُن کا زاویہ وقوع زاویہ فاصل سے بڑھ جاتا ہے۔ اس لئے وہ کلی طور پر منعکس ہو جاتی ہیں۔ پس اگر آنکھ پانی کی سطح سے اوپر کسی مقام پر ہو تو سلائی نظر نہیں آتی، لیکن اگر آنکھ نیچے کسی مقام ع پر ہو تو انعکاس سے ا کا ایک خیال نظر آتا ہے۔

(ج) نورانی دھارہ:- شکل ۸۷ میں جو آلہ دکھلایا گیا ہے اس سے کلی انعکاس کے اثرات بہت اچھی طرح نمایاں ہوتے ہیں۔

یہ آلہ دھات کے ایک اُسطوانہ پر مشتمل ہوتا ہے جو پانی سے بھرا ہوتا ہے۔ اس پانی میں مصطگی کے محلول کے چند قطرے ڈال دینے سے کسی قدر میلا پن پیدا ہو جاتا ہے، یا اگر ایوسین

ڈال دیں تو تزہیر پیدا ہو جائے گا۔

اسطوانہ میں پیندے سے قریب ایک بازو میں ایک سوراخ ہوتا ہے جس کے لئے ڈھکنا بھی ہوتا ہے۔ اس کے عین مقابل دوسرے بازو میں شیشے کی ایک کھڑکی ہے، جس کے قریب ہی ایک عدسہ مستوی محدب لگا ہوتا ہے۔ اس کا مسکہ ایسا ہوتا ہے کہ کسی برقی



شکل ۸۵

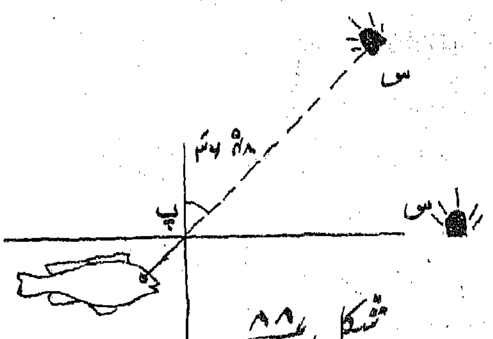
لیمپ وغیرہ سے روشنی کا مخروط سوراخ پر مرتکز ہوتا ہے۔

جب روشنی ڈالی جاتی ہے تو سوراخ کھول دیا جاتا ہے اور پانی ایک نورانی دھار کی صورت میں نکلنے لگتا ہے۔ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ سفید گرم دھات کی ایک دھار نکل رہی ہے۔ دھار کی شکل قطع مکافی ہوتی ہے۔ اس کی ایک صفت یہ ہے کہ اس کے اندرونی طرف روشنی کی جو شعاع ہو گی وہ ۴۸٫۵° سے کم کا زاویہ وقوع نہیں بناتی۔ اس صورت میں یہی زاویہ فاصل ہے۔ لہذا روشنی متعدد مرتبہ بالکلیہ منعکس ہوتی ہے۔

میلاپن یا تزہیر روشنی کو منتشر کرکے اس قابل بنا دیتا ہے کہ وہ خارج ہو سکے۔ اگر پانی کامل طور پر شفاف ہوتا تو یہ ممکن نہ ہوتا۔

(۴) **مچھلی اور سورج:۔** مچھلی کے لئے ایک سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ مچھلی ڈوبتے سورج کو

کس سمت میں دیکھتی ہے بشکل ۸۸ میں اسی کا جواب دیا گیا ہے۔
پانی کی سطح بالکل ہموار مان لی گئی ہے۔
سورج سے جو شعاعیں آتی ہیں وہ سطح کو مس کرتی ہوئی آتی ہیں۔
نقطہ پ پر وہ منعکس ہوتی ہیں اور مچھلی کی آنکھ تک پہنچتی ہیں اور انتصابی زاویہ سے زاویہ فاصل بناتی ہیں۔ اس لئے مچھلی سورج کو انتصابی سے ۴۸° ۳۶ پر ڈوبتا ہوا دیکھتی ہے۔

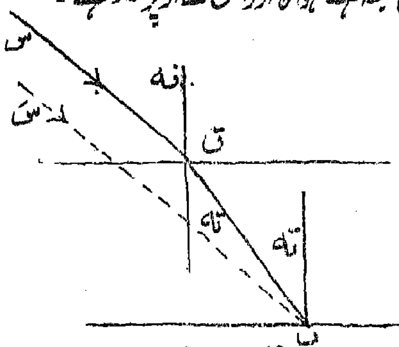


شکل ۸۸

فی الحقیقت مچھلی کے لئے سارا آسمان سمٹ کر اس مخروط کے اندر آجاتا ہے جس کا نصف راسی زاویہ ۴۸° ۳۶ ہے۔ اس مخروط کے باہر وہ سمندر کی تہ میں پتھروں وغیرہ کو سطح سے بالکلیہ منعکس دیکھتی ہے۔

(۵) ہوائی انعطاف :۔ فرض کرو کہ کرۂ ہوا کی کثافت بلندی کے ساتھ بتدریج گھٹنے کے بجائے مستقل رہتی ہے۔ اور اس کے بعد کرۂ ہوا یکایک ختم ہوجاتا ہے۔ بالفاظ دیگر اس کا مطلب یہ ہوا کہ کرۂ ہوا ایک بہت بڑا اور یکساں مستطیل طبقہ ہے ہوا کا اور اس کے اوپر خلاء ہے۔

اگر کسی ستارے س سے کوئی شعاع س ق، اس طبقہ پر واقع ہو تو وہ منعطف ہوجائے گی۔ اس لئے اگر کوئی مشاہد پ پر ہوگا تو اس کو ستارہ پ ق کی سمت میں نظر آئے گا۔



شکل ۸۹

اگر ہوا دور کردی جائے تو وہ ستارے کو پ س کی سمت میں دیکھے گا۔ چونکہ

ستارہ بہت دُور ہے اس لئے پ س اور ق س متوازی ہیں۔
انتصابی سے زاویہ فہ بنانے کے بجائے ستارے کی سمت قدرے کمتر زاویہ تہ بناتی ہے۔ بالفاظ دیگر وہ سمت الراس یعنی انتصا بالسر کے اوپر کی طرف ہٹ جاتی ہے بقدر زاویہ فہ ـ تہ کے۔

اب جب فہ = جب [(فہ ـ تہ) + تہ]

= جب (فہ ـ تہ) جم تہ + جم (فہ ـ تہ) جب تہ

= (فہ ـ تہ) جم تہ + جب تہ

کیونکہ (فہ ـ تہ) کے قلیل ہونے کی صورت میں جب (فہ ـ تہ) = فہ ـ تہ

اور جم (فہ ـ تہ) = ۱

∴ کلیہ انعکاس کی رو سے

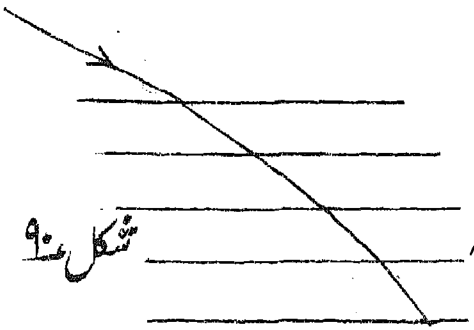
(فہ ـ تہ) جم تہ + جب تہ = مہ جب تہ

یا (فہ ـ تہ) جم تہ = (مہ ـ ۱) جب تہ

یا فہ ـ تہ = (مہ ـ ۱) مس تہ

پس تفصل مقام سمت الراس کے ساتھ ستارے کے ظاہری زاویئے کے مماس کا (مہ ـ ۱) یعنی ۳ . . . ر . گنا ہوتا ہے۔

کرۂ ہوا کی کثافت اور انعطاف نما زمین کی سطح سے قریب آجانے پر بڑھنے لگتے ہیں۔ اس لئے ہم کرۂ ہوا کو ایک منفرد یکساں طبقہ نہیں قرار دے سکتے بلکہ ہمیں اس کو بتدریج بڑھتی ہوئی کثافت والے طبقوں پر مشتمل سمجھنا چاہیئے جیسا کہ شکل نمبر ۹۰ میں ہے۔



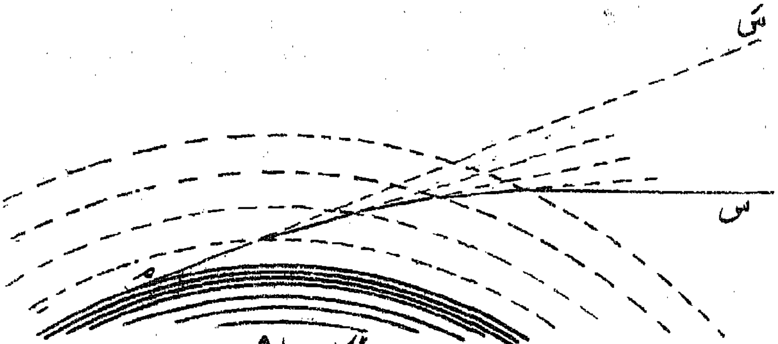
شکل نمبر ۹۰

ستارے کی روشنی ان میں سے ہر ایک طبقہ میں داخل ہوتے وقت قدرے منحرف ہوجاتی ہے۔ لیکن جیسا کہ اس سے پیشتر ثابت ہوچکا ہے آخری واسطے میں سمت گزرے ہوئے واسطوں کے تابع نہیں ہوتی پس اوپر کا ضابطہ اب بھی صحیح ہوگا، بشرطیکہ (فہ ـ تہ) قلیل ہو۔ لیکن اگر ستارہ

افق سے قریب ہو۔

تو پھر س ت ہ بڑا ہوگا جس سے (ف ہ - ت ہ) کی قیمت قلیل نہ نکلے گی۔ اور اس لئے ضابطہ عائد نہ ہوگا۔ اور ستارہ افق کے جتنا قریب آتا ہے اُتنا ہی اوپر کی جانب نقل مکان بڑھتا جاتا ہے، یہاں تک کہ جب ف ہ کی نسبت ۹۰° ہوتی ہے۔ تو اس کی قیمت ۳۵ ہو جاتی ہے۔

اس سے یہ امر واضح ہوگیا کہ اگر ستارہ سمت الراس پر ہو تو انعطاف سے اس میں انحراف نہیں پیدا ہوتا۔ نیز یہ بھی معلوم ہوا کہ کم ارتفاع پر انعطاف اتنا زیادہ ہوتا ہے، اور ارتفاع کے ساتھ اس قدر جلد جلد بدلتا ہے کہ کوئی تصحیح درست نہیں ٹھہرتی۔



شکل ۹۱

چنانچہ ایک جرم جو افق کے نیچے س پر ہو وہ سَ پر نظر آتا ہے۔ اور انعطاف میں تیز تغیر ہی کی وجہ سے ڈوبتا ہوا سورج یا چاند بیضوی نظر آتا ہے۔ کیونکہ افقی قطر تو انعطاف سے غیر متأثر ہوتا ہے، لیکن نیچے والا کنارہ اوپر والے کنارے سے زیادہ اُٹھ جاتا ہے۔ چنانچہ ڈوبتے سورج کا ظاہری انتصابی قطر ۲۸ ہوتا ہے اور افقی قطر ۳۲۔

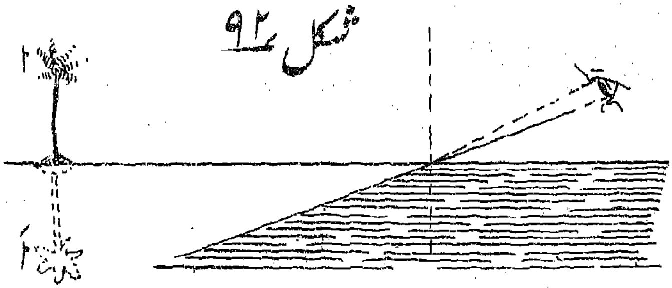
اس سے معلوم ہوا کہ جب سورج کی قرص کا زیرین کنارہ افق سے مس کرتا دکھائی دیتا ہے تو پوری قرص درحقیقت افق کے مستوی کے نیچے ہوتی ہے۔ پس کرہ ہوا کے انعطاف کی وجہ سے دن کے دونوں اطراف رات کے اطراف کو غصب کر کے طویل تر ہو جاتے ہیں۔

(۲) حرارت کی لہریں :- گرما میں کسی دن جب گرمی زیادہ ہوتی ہے تو زمین سے متصل ہوا گرم ہو جاتی ہے اور اس طرح مرئی بن جاتی ہے۔ گرم ہوا بسبب لطافت اُٹھتی ہے۔ اور جس سرد ہوا میں اُٹھتی ہے اس کے انعطاف نما سے اس گرم ہوا کا

انعطاف نما مختلف ہوتا ہے۔
اس لئے وہ لہریں سی اُٹھتی ہیں جن کو کہا جاتا ہے کہ گرمی کی لہریں ہیں۔ یہ کیفیت انگیٹھی میں کوئلے خوب گرم کرکے بھی دیکھی جاتی ہے۔

(۷) سراب:۔ ریگستانوں میں بعض اوقات ریگ سے بالکل متصل ہوا کے طبقے اوپر والے طبقوں سے بہت زیادہ گرم ہوتے ہیں۔ بنا بریں اوپر اور نیچے کے طبقوں میں کثافت اور انعطاف نما کے اعتبار سے بہت اختلاف پیدا ہو جاتا ہے۔
گرم طبقے پر آسمان سے جو شعاعیں آکر واقع ہوتی ہیں وہ زاویہ وقوع بہت بڑا بناتی ہیں اس لئے بالکلیہ منعکس ہو جاتی ہیں اور اس طرح بغیر ریگ تک پہنچے اوپر کے سرد تر طبقوں میں پہنچ جاتی ہیں۔ اگر وہ کسی مشاہد کی آنکھ تک پہنچ جائیں تو اس کو آسمان کا وہ حصہ ریگ میں منعکس نظر آتا ہے اور اس کو وہ جھیل کی سطح سمجھتا ہے۔

شکل ۹۲

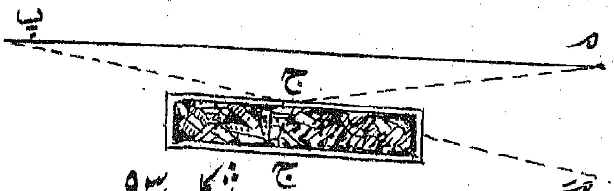


اس منظر کو سراب کہتے ہیں۔ چنانچہ شکل ۹۲ میں مشاہد درخت اور آسمان کو بذریعہ انعکاس دیکھتا ہے۔ اور سمجھتا ہے کہ یہ انعکاس جھیل کی سطح سے پیدا ہو رہا ہے۔
ملاحوں کو بعض اوقات ہوا میں ساحلوں یا دور کے جہازوں کے خیالات نظر آتے ہیں۔ اگرچہ ایسا کم ہوتا ہے لیکن اس کا سبب بھی وہی ہے جو سراب کا ہے۔ اس کو ہم بحری سراب کہہ سکتے ہیں۔ اس میں فرق یہ ہوتا ہے کہ سمت مخالف ہوتی ہے یعنی اگر شکل ۹۲ کو اُلٹ دیا جائے تو شخص ۲ مقام ۲ پر نظر آئے گا۔ ۱ طرف والا حصہ پانی ہوگا اور ۲ والا حصہ ہوا۔ بحری سراب اسی وقت واقع ہوتا ہے جبکہ ہوا کی تپش سمندر کی تپش سے زیادہ ہو جائے۔

کیونکہ اس وقت ہوا کے نیچے کے طبقے پانی کی سطح سے مس کرنے کی بنا پر کثیف تر ہوتے ہیں۔

سراب کو مصنوعی طریقے پر بھی دکھایا جا سکتا ہے جیسا کہ ڈاکٹر وولسٹن نے دکھایا ہے۔ اس کی صورت یہ ہے کہ کسی چپٹے پا گریدی کو سرخ گرم کرکے اس کے پہلو کی سمت میں دس بارہ فٹ کے فصل سے کسی لفظ یا شخص کو دیکھا جائے۔ گریدی کے خط سے ۱/۸" سے کم کے فاصلہ پر ایک معکوس خیال نظر آتا ہے۔ اس فاصلے کے اندر اور اس سے باہر ایک مستقیم خیال نظر آتا ہے۔

اس سے بہتر ترکیب یہ ہے کہ لوہے کی چادر کا ایک ڈبہ لیا جائے جو طول میں ۳ فٹ ہو اور عرض اور عمق میں ۵ تا ۶ ہو (شکل ۹۳)۔ اس کو سرخ انگاروں سے بھر دیا جاتا ہے اور آنکھ کی سطح میں رکھا جاتا ہے۔



شکل ۹۳

ڈھکنے کے اوپر سے پ م کی سمت میں دیکھا جائے تو ایک مستقیم خیال اور پ م کی سمت میں ایک معکوس خیال نظر آتا ہے۔

پہلوؤں پر سے دیکھنے پر بھی یہی کیفیت نظر آتی ہے۔

اس کی دوسری مثال سر رابرٹ بال کا مشاہدہ ہے۔ سر موصوف جہاز پر سوار تھے اور انھوں نے چاند کو نکلتے دیکھا۔ ان کی وضع ایسی تھی کہ خط نظر چپٹی سے ۰.۵° سے کم کا زاویہ بناتا تھا۔ کالی سطح سے جو روشنی منعکس ہوئی وہ اس قدر تیز تھی کہ گمان ہوتا تھا کہ انعکاس کسی اعلیٰ طور پر مجلا سطح سے ہو رہا ہے۔

(۸) طلسمی شہر:۔ اس سلسلہ میں شاید سب سے زیادہ حیرت انگیز وہ منظر ہے جو نیپلیس، ریگیو، اور صقلیہ کے ساحلوں پر اکثر نظر آتا ہے۔ دور دراز فاصلہ پر ہوا میں دفعۃً محل، قلعے، ستون، کھنڈر وغیرہ نظر آتے ہیں۔ ایسی جتنی چیزیں بھی نظر آتی ہیں اُن کی صورت برابر بدلتی رہتی ہے۔

یہ طلسمات کا ایک کارخانہ معلوم ہوتا ہے۔ حالانکہ اس کا انحصار صرف اس امر پر ہے کہ بعض اوقات ہوا کی کیفیت اس طرح بدل جاتی ہے کہ یہ چیزیں نظر آنے لگتی ہیں حالانکہ ہوا اپنی معمولی کیفیت

پیدا ہو تو یہ چیزیں نظر نہ آئیں ان چیزوں کے نظر آنے کا سبب یہ ہے کہ ہوا کے مختلف کثافت والے طبقے برابر حرکت میں رہتے ہیں اس لئے جو چیزیں نظر آتی ہیں اُن کی کسی صورت کو قیام نہیں ہوتا۔

اسکورسبی نے قطبی سمندروں میں اس کی بہت سی مثالیں دیکھیں۔

(۹) ستاروں کی چشمک زنی یا اُن کا ٹمٹمانا

زمین کے قریب کی ہوا میں حملی رَووں سے ایک ہیجان سا رہتا ہے اس لئے ایک ہی سطح پر انعطاف نما نقطہ بہ نقطہ بدلتا رہتا ہے۔ کسی ستارے سے جو روشنی آتی ہے اس کی سمت منحرف ہو جاتی ہے۔ جیسا کہ ہوائی انعطاف کے تحت بیان ہو چکا ہے اگر ہوا ساکن ہوتی تو ان ستاروں کی ایک وضع معین ہوتی۔ لیکن ہوا کو سکون نہیں ہے۔ اس لئے علاوہ اوپر کے انحراف کے ستارے اپنی سکونی وضع سے بھی ہٹتے رہیں گے۔ اس لئے ستارے کی روشنی ایک مقام پر مرتکز ہو گی تو دوسرے وقت اس کی حدت کم ہو جائے گی یہی وجہ ہے کہ ساکن مشاہد کو ستارہ چشمک زن نظر آتا ہے۔ یعنی ٹمٹماتا معلوم ہوتا ہے۔

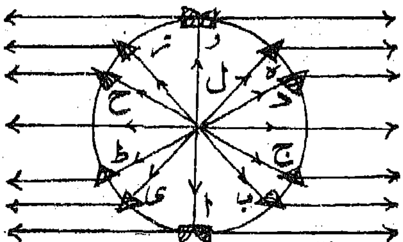
ستاروں کے برابر سیارے نہیں ٹمٹماتے اس کا سبب سیاروں کی زاویٔ قامت ہے۔ سیاروں کی قرصوں کے مختلف حصوں سے جو شعاعیں آتی ہیں اُن کی سمتیں بہت کچھ بدلتی ہیں۔ لیکن کسی معین رقبہ پر اگرچہ وہ چھوٹا ہی کیوں نہ ہو شعاعوں کی تعداد کا مجموعہ مستقل رہتا ہے اس طرح یکساں تنویر پیدا ہو جاتی ہے۔

اس توجیہ کی تائید اس امر سے بھی ہوتی ہے کہ کسی ستارے کو بڑی دُوربین سے دیکھا جائے تو وہ نہیں ٹمٹماتا کیونکہ دُوربین کے دہانہ جیسے بڑے رقبے پر روشنی کی جو مقدار پہنچتی ہے وہ تقریباً مستقل ہوتی ہے۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ یہ ٹمٹماہٹ اس وقت زیادہ ہوتی ہے جب کہ ہوا ایک عرصہ سے خشک ہو جس سے آبی بخارات زیادہ پھیلنے لگتے ہیں اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ کثافتوں میں اختلاف پیدا ہو جاتا ہے ملاحوں کے نزدیک ٹمٹماہٹ کی چمک میں کوئی نمایاں اضافہ ہو جائے تو یہ علامت بارش کی ہوتی ہے۔

(۱۰) منارہ روشنی کا عاکس

روشنی کے مناروں میں عاکس کا استعمال کلی انعکاس کا اطلاق ہے روشنی کے چاروں طرف قائم الزاویہ منشور لگائے جاتے ہیں جس سے ایک کرہ سا بن جاتا ہے (شکل ۹۴) یہ منشور اتنے قریب ہوتے ہیں کہ اُن

کے درمیان میں سے روشنی نکلنے نہیں پاتی۔ کرہ کے مرکز پر جو لمپ ہوتا ہے اس کی شعاعیں منشوروں کے ایک بازو پر داخل ہوتی ہیں اور پھر وتر پر جا کر منعکس ہو جاتی ہیں کیونکہ زاویہ وقوع زاویہ فاصل سے بڑا بنتا ہے۔ اب منشوروں سے جو شعاعیں خارج ہوتی ہیں وہ سب کی سب متوازی ہوتی ہیں۔ انعکاس بھی بغیر کسی نقصان کے واقع ہوتا ہے کیونکہ انعکاس کلی ہے۔



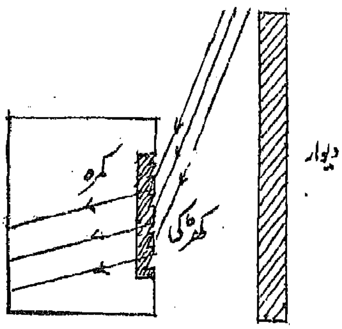
شکل ۹۴

(۱۱) منشوری کھڑکیاں

جہاں کہیں کسی کمرے میں سورج کی روشنی معمولی کھڑکیوں سے نہ پہنچ سکتی ہو وہاں منشوری کھڑکیاں استعمال کرتے ہیں۔ یعنی کھڑکیوں میں بجائے شیشے کے منشور استعمال کئے جاتے ہیں۔

روشنی جو تقریباً اوپر سے نیچے کی طرف آتی ہے وہ جب کھڑکی پر واقع ہوتی ہے تو منشوروں کی وجہ سے کلی انعکاس واقع ہوتا ہے اور یہ روشنی ساری کی ساری کمرے کے اندر داخل ہو جاتی ہے۔

یہ تنویر اُن کمروں کے لئے بالخصوص زیادہ موزوں ہے جو سڑک کی سطح سے نیچے واقع ہوں، مثلاً تہ خانے وغیرہ



شکل نمبر ۹۵

مشقی سوالات

(۱) شیشہ کی ایک مستوی سطح پر ایک شعاع نور کا زاویہ وقوع ۵۰° ہے۔ اس کے لئے زاویہ انعطاف ۳۰° ہے۔ شیشے کا انعطاف نما دریافت کرو۔

م = جب ی / جب تہ = جب ۵۰° / جب ۳۰° = ۰٫۷۶۶ / ۰٫۵ = ۱٫۵۳۲

(۲) شیشہ کے مکعب کی انعطاف انگیز مستوی سطح پر روشنی کی ایک شعاع ۴۰° پر واقع ہوتی ہے۔ اگر شیشہ کا انعطاف نما ۱٫۵ ہو تو انحراف دریافت کرو۔

م = جب ی / جب تہ ∴ جب تہ = جب ی / م = جب ۴۰° / ۱٫۵ = ۰٫۶۴۲۸ / ۱٫۵ = ۰٫۴۲۸۵

∴ تہ = ۲۵° ۲۱′ (تقریباً) ∴ انحراف = ۴۰° − ۲۵° ۲۱′ = ۱۴° ۳۹′

(۳) شیشہ کی ایک موٹی سِلی کو جب سطح کے علی القوائم دیکھا جاتا ہے تو وہ ۱٫۰ سم موٹی نظر آتی ہے اگر اس کی اصلی موٹائی ۱٫۵ سم ہو تو شیشہ کا انعطاف نما دریافت کرو۔

م = اصلی موٹائی / ظاہری موٹائی = ۱٫۵ / ۱٫۰ = ۱٫۵

(۴) شیشے کے ایک منشور میں زاویہ انحراف اقل ۵۸° ہے اور منشور کا زاویہ ۶۰° ہے۔ منشور کا انعطاف نما دریافت کرو۔

م = جب ((ا + ح)/۲) / جب (ا/۲) = جب ((۵۸ + ۶۰)/۲) / جب (۶۰/۲) = جب ۵۹ / جب ۳۰ = ۰٫۸۵۷۲ / ۰٫۵ = ۱٫۷۱۴

(۵) شیشے کے ایک مکعب کی مستوی سطح پر روشنی کی ایک شعاع عماد کے ساتھ ۶۰° کا زاویہ بناتی ہے اگر شیشے کا انعطاف نما ۱٫۵ ہو تو زاویہ انعطاف کیا ہوگا۔؟

(۶) پانی کے ایک تالاب کی تہ انتصاباً نیچے کی طرف دیکھنے پر ایک شخص کو سطح سے ۸″ نیچے نظر آتی ہے، اگر پانی کا انعطاف نما ۴/۳ ہو تو تالاب کی اصل گہرائی کیا ہے؟

(۷) ایک مچھلی تالاب میں سطح سے ۳ میٹر کے فاصلے پر نظر آتی ہے۔ بتلاؤ کہ وہ دراصل کس گہرائی

پر ہے۔ [$\frac{\text{ہ}}{\text{ہ پ}} = \frac{۴}{۳}$]۔

(۸) ہیرے اور شیشے کے انعطاف نما علی الترتیب $\frac{۵}{۲}$ اور $\frac{۳}{۲}$ ہیں۔ شیشے سے ہیرے میں اور ہیرے سے شیشے میں انعطاف نما دریافت کرو۔

(۹) ہوا سے شیشے میں انعطاف نما $\frac{۳}{۲}$ ہے اور ہوا سے پانی میں $\frac{۴}{۳}$ ۔ پانی اور شیشے کے لئے زاویہ فاصل دریافت کرو۔

(۱۰) شیشے کے ایک ٹکڑے کی مستوی سطح سے ہوا کا ایک چھوٹا سا بلبلہ سطح سے ۳" نیچے ہے۔ اگر سطح کے اوپر ۸" کے فصل سے کوئی آنکھ عماد کی سمت میں اسے دیکھے تو وہ کہاں پر نظر آئے گا۔ (ہوا سے شیشے کا انعطاف نما = $\frac{۳}{۲}$)

(۱۱) ۱" موٹی شیشے کی ایک سِلی ایک میز کی سطح سے ۱" اوپر ہے۔ سلی کی نیچے والی سطح میز کے متوازی ہے۔ سلی کی بالائی سطح پر ۲" موٹی پانی کی ایک تہ ہے۔ شیشے اور پانی کے انعطاف نما علی الترتیب ۱٫۵۲ اور ۱٫۳۳ ہیں۔ شیشے اور پانی میں سے دیکھنے پر میز کتنی اٹھی نظر آئے گی؟

(۱۲) ۸ سمر موٹی شیشے کی ایک سلی کاغذ کے ایک ٹکڑے سے ۵ سمر اوپر ہے۔ اس کے نیچے والی سطح افقی ہے۔ اور اس کا انعطاف نما ۱٫۵۲ ہے۔ کاغذ پر ایک نشان بنا ہوا ہے۔ اگر سلی میں سے نشان عماد کی سمت میں دیکھا جائے تو نشان کہاں نظر آئے گا۔

ساتواں باب

انعطاف۔ کروی سطحوں سے

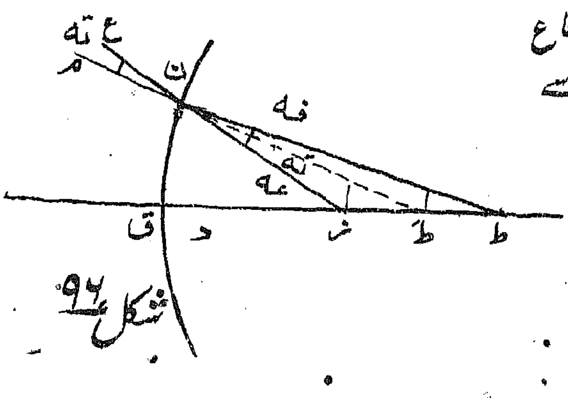
عمل سے

تعریفیں کروی انعطاف انگیز سطح کے لیے جو اصطلاحیں استعمال کی جاتی ہیں وہ وہی ہیں جو آئینوں میں استعمال ہو چکی ہیں، چنانچہ مرکز، نصف قطر انحنا، صدر تراشش، سہوہ، قطب اور صدر محور کے وہی معنے ہیں جو صــــ پر بیان کیے گئے ہیں۔

صدر محور پر کسی نقطہ کے فاصلے کا تعین قطب سے ہوتا ہے۔ واقع روشنی کی مخالف سمت میں فاصلے مثبت ہوں گے، اور اسی سمت میں منفی۔ مقعر انعطاف انگیز سطح کا نصف قطر انحنا مثبت ہوتا ہے اور محدب سطح کا منفی۔

کسی کروی انعطاف انگیز سطح کی کامل تشخیص کے لیے سطح پر انعطاف نما کی قیمت بھی معلوم ہونا چاہیے۔ اور اس کے علاوہ وہ امور معلوم ہونے چاہییں جو سطح کو آئینہ قرار دیں۔

کسی منفرد مقعر سطح سے انعطاف دو شفاف واسطوں کے درمیان اگر سطح فارق کوئی مقعر سطح ہو اور اس کے محور پر ایک نقطہ ط لیا جائے اور اس نقطہ سے ایک شعاع ط ن سطح پر واقع ہو تو ط ن سطح سے منعطف ہوگی اور ایک سمت ن م اختیار کرے گی گویا کہ وہ محور پر نقطہ طَ سے



شکل ۹۶

آرہی ہے (شکل ۹۶)
سطح کے مرکز انحناء ' ر ' سے ایک خط ر ن ع سطح کے نقطہ ن پر عماد ہوگا۔

پس ط ن ر = زاویہ وقوع = فہ

اور م ن ع = زاویہ انعطاف = تہ

= ر ن طُ

کلیہ انعطاف سے

جب فہ = سہ جب تہ

یہ زاویے چونکہ چھوٹے ہیں اور ن قطب ق سے بہت قریب ہے۔

∴ فہ = سہ تہ

اب اگر عہ = ن ط ق ، بہ = ن طُ ق ، جہ = ن ر ق

تو جہ = عہ + فہ یا فہ = جہ - عہ

اور جہ = بہ + تہ یا تہ = جہ - بہ

∴ (جہ - عہ) = سہ (جہ - بہ)

یا سہ بہ - عہ = (سہ - ۱) جہ

زاویے چونکہ قلیل ہیں اس لئے ان کے بجائے ان کے مماس لئے جا سکتے ہیں۔

لہٰذا عہ = $\frac{\text{ن ق}}{\text{ط ق}}$ ، بہ = $\frac{\text{ن ق}}{\text{طُ ق}}$ ، جہ = $\frac{\text{ن ق}}{\text{ر ق}}$

ان قیمتوں کو درج کرنے سے

سہ $\frac{\text{ن ق}}{\text{طُ ق}}$ - $\frac{\text{ن ق}}{\text{ط ق}}$ = (سہ - ۱) $\frac{\text{ن ق}}{\text{ر ق}}$

یا $\frac{\text{سہ}}{\text{طُ ق}}$ - $\frac{1}{\text{ط ق}}$ = (سہ - ۱) $\frac{1}{\text{ر ق}}$

یا $\frac{\text{سہ}}{\text{خ}}$ - $\frac{1}{\text{ش}}$ = (سہ - ۱) $\frac{1}{\text{ص}}$

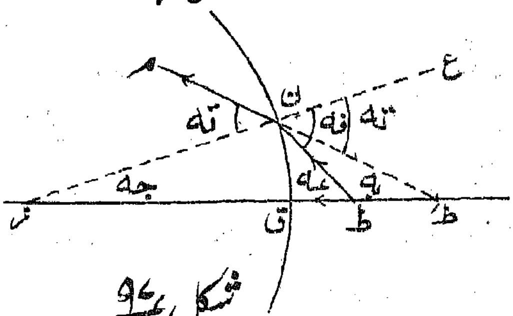
جہاں ط ق = ش = شخص کا فاصلہ سطح سے
طُ ق = خ = خیال کا فاصلہ سطح سے
ر ق = ص = سطح کا نصف قطر انحناء

یہ مساوات ن ق کے تابع نہیں ہے۔ اس لئے طَ سے نکلنے والی تمام شعاعیں بعد انعطاف دوسرے واسطے میں گزریں گی اور طَ سے متسع ہوں گی۔ پس ط کا خیال طَ پر نظر آئے گا۔ صورت زیر بحث میں یہ خیال مجازی ہے۔

منفرد محدب سطح سے انعطاف

اگر دو واسطوں کی محدب سطح فارق کے محور پر ایک نقطہ ط لیا جائے تو منعطف شعاعوں کی سمتیں نقطہ ط کی وضع کے لحاظ سے سطح کو ایک جانب قطع کریں گی۔

شق اول:- فرض کرو کہ شخص سطح کے بہت قریب ہے جیسا کہ شکل ۹۷ میں ہے۔ شعاع ن ط سطح سے انعطاف کے بعد سمت ن م اختیار کرتی ہے۔



شکل ۹۷

اور م ن کی سمت میں دیکھنے پر خیال طَ پر نظر آئے گا۔

حسب سابق

ط ن ع = زاویہ وقوع = فہ

م ن ض = زاویہ انعطاف = تہ

= طَ ن ع

سابق کی رقموں میں

فہ = عہ + جہ

تہ = بہ + جہ

اور فہ = مہ تہ

∴ (عہ + جہ) = مہ بہ + مہ جہ

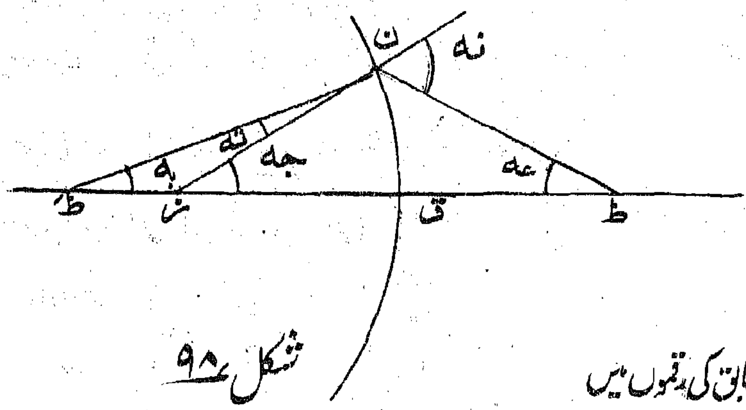
یا عہ − مہ بہ = (مہ − ۱) جہ

اور حسب سابق

ن ق / ط ق − مہ ن ق / طَ ق = (مہ − ۱) ن ق / ض ق

یا ۱ / ش − مہ / شَ = (مہ − ۱) / ص

شق دوم:- فرض کرو کہ شخص محدب سطح سے بہت فاصلہ پر ہے۔ تو شعاع ط ن سے ایک انعطافی شعاع ن ظَ ملے گی جو محور کو دوسرے واسطے میں نقطہ ظَ پر قطع کرے گی۔ (شکل ۹۸)



شکل ۹۸

سابق کی رقموں میں

فہ = عہ + جہ

اور جہ = بہ + ثہ

پس عہ + جہ = مہ جہ ـ مہ بہ

یا عہ + مہ بہ = (مہ ـ ۱) جہ

اور حسب سابق

۱/ش + مہ/ع = (مہ-۱)/ص

ہر دو شقوں میں آخری مساوات ن ق سے بے نیاز ہے۔ پہلی شکل میں تو ط سے چلی ہوئی ساری روشنی دوسرے واسطے میں چلے گی گویا کہ وہ ظَ سے آرہی ہے۔ دوسری شکل میں خود وہ شعاع بعد انعطاف محور کو ظَ پر قطع کرے گی۔ پس پہلی شق میں خیال مجازی ہے اور دوسری شق میں خیال حقیقی۔

کسی منفرد سطح سے انعطاف کے لئے عام مساوات

مذکورہ بالا ہر سہ صورتوں میں ایک مساوات حاصل ہوتی ہے جو انعطاف انگیز سطح کے نصف قطر انحنا، ہر دو واسطوں کے درمیان انعطاف نما، اور شخص کے محل کی رقموں میں خیال کا محل بتلاتی ہے۔

ان مساواتوں میں سوائے علامت کے اور کوئی فرق نہیں ہے۔ اس سے پیشتر آئینوں کے لئے جو قرار دادیں علامتوں کے متعلق مقرر کی گئی ہیں اُن ہی سے یہاں کام لیا جائے تو ایک ہی مساوات تینوں صورتوں پر حاوی ہو سکتی ہے۔ چنانچہ

پہلی صورت میں ق ط = +ش، ق طَ = +خ، اور ق ز = +ص

∴ مساوات $\frac{\text{مہ}}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{مہ} - 1}{\text{ص}}$ ہوئی

دوسری صورت میں ق ط = +ش، ق طَ = +خ، اور ق ز = −ص

∴ مساوات $\frac{1}{\text{ش}} - \frac{\text{مہ}}{\text{خ}} = \frac{\text{مہ} - 1}{-\text{ص}}$

یا $\frac{\text{مہ}}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{مہ} - 1}{\text{ص}}$ ہوئی

تیسری صورت میں ق ط = +ش، ق طَ = −خ، ق ز = −ص

∴ مساوات $\frac{1}{\text{ش}} + \frac{\text{مہ}}{-\text{خ}} = \frac{\text{مہ} - 1}{-\text{ص}}$

یا $\frac{\text{مہ}}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{مہ} - 1}{\text{ص}}$

پس معلوم ہوا کہ منفرد کروی سطح سے انعطاف پر ش، خ، ص اور مہ میں علاقہ

$\frac{\text{مہ}}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{مہ} - 1}{\text{ص}}$ ہے۔

منفرد کروی سطحوں کے لئے یہی زوجی ماسکوں کا کلیہ ہے۔

اگر ص = ∞ تو $\frac{\text{مہ} - 1}{\text{ص}} = 0$

∴ $\frac{\text{مہ}}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = 0$

∴ $\frac{\text{مہ}}{\text{خ}} = \frac{1}{\text{ش}}$ یا خ = مہ ش

یہ وہ مساوات ہے جو مستوی سطح سے انعطاف پر حاصل ہوئی تھی۔ لہذا اوپر کی مساوات میں مستوی سطح بھی شامل ہے، کیونکہ اس کے لئے ص = ∞ ۔

مساوات کا ثبوت۔ بدل | شکل ۹۶ میں ن سے ایک عمود ن د محور پر گراؤ۔ تو کلیہ انعطاف کی رو سے

$$\frac{\text{جیب فہ}}{\text{جیب تہ}} = \text{مہ}$$

ن کے ق سے قریب ہونے پر مساواتیں

$$\text{عہ} = \frac{\text{ن د}}{\text{ق ط}} = \frac{\text{ن د}}{\text{شخص کا فاصلہ}} = \frac{\text{ن د}}{\text{ش}}$$

$$\text{عہ} - \text{فہ} = \frac{\text{ن د}}{\text{ق م}} = \frac{\text{ن د}}{\text{نصف قطر انحناء}} = \frac{\text{ن د}}{\text{ص}}$$

$$\text{عہ} - \text{فہ} + \text{تہ} = \frac{\text{ن د}}{\text{ق ظ}} = \frac{\text{ن د}}{\text{شخص کا فاصلہ}} = \frac{\text{ن د}}{\text{خ}}$$

حاصل ہوتی ہیں۔

اس لئے

$$\text{فہ} = \frac{\text{ن د}}{\text{ش}} - \frac{\text{ن د}}{\text{ص}}$$

$$\text{تہ} = \frac{\text{ن د}}{\text{خ}} - \frac{\text{ن د}}{\text{ص}}$$

∵ تہ اور فہ قلیل ہیں۔

$$\therefore \text{فہ} = \text{مہ تہ}$$

$$\therefore \left(\frac{\text{ن د}}{\text{ش}} - \frac{\text{ن د}}{\text{ص}}\right) = \text{مہ} \left(\frac{\text{ن د}}{\text{خ}} - \frac{\text{ن د}}{\text{ص}}\right)$$

پس

$$\frac{\text{مہ}}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{مہ} - 1}{\text{ص}}$$

صدر ماسکے | کسی انعطاف انگیز سطح کے محور پر دو نقطے ایسے ہوتے ہیں جو خاص توجہ کے مستحق ہیں۔

اوپر ہم نے یہ مساوات حاصل کی ہے۔

$$\frac{مہ}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{مہ - 1}{ص}$$

اب فرض کرو کہ $خ = \infty$ تو $\frac{1}{خ} = 0$

$$\therefore \quad \frac{1}{ش} = -\frac{مہ - 1}{ص}$$

$$\therefore \quad ش = -\frac{ص}{مہ - 1}$$

ش کی اس قیمت کو انعطاف انگیز سطح کا پہلا صدر ماسکی طول کہتے ہیں۔ اس کو ہم $م_1$ سے ظاہر کریں گے۔

سطح کے قطب سے فصل $م_1 = -\frac{ص}{مہ - 1}$ پر جو نقطہ ہوتا ہے اس کو سطح کا پہلا صدر ماسکہ کہتے ہیں۔

پہلے صدر ماسکہ سے ($م_1$ +) یا اس ماسکہ کی طرف ($م_1$ −) کوئی شعاع واقع چلے تو وہ بعد انعطاف محور کے متوازی ہو جائے گی۔

پھر فرض کرو کہ $ش = \infty$ تو $\frac{1}{ش} = 0$

$$\therefore \quad \frac{مہ}{خ} = \frac{مہ - 1}{ص}$$

$$\therefore \quad خ = \frac{مہ\, ص}{مہ - 1}$$

خ کی اس قیمت کو انعطاف انگیز سطح کا دوسرا صدر ماسکی طول کہتے ہیں۔ اس کو ہم $م_2$ سے ظاہر کریں گے۔

سطح کے قطب سے فصل $م_2 = \frac{مہ\, ص}{مہ - 1}$ پر جو نقطہ ہوتا ہے اس کو سطح کا دوسرا صدر ماسکہ کہتے ہیں۔ محور کے متوازی جو شعاع واقع ہوتی ہے وہ بعد انعطاف دوسرے صدر ماسکہ سے آتی ($م_2$ +) یا اس ماسکہ کی طرف جاتی ($م_2$ −) معلوم ہوتی ہے۔

دونوں ماسکوں میں علاقہ حسب ذیل ہے :-

$$\text{سہ}\ \text{م}_1 + \text{م}_2 =$$

اگر سطح کے ہر دو جانب انعطاف نما سہ_1 اور سہ_2 ہوں تو مساوات میں درج کرنے پر

$$\frac{\text{م}_1}{\text{سہ}_1} + \frac{\text{م}_2}{\text{سہ}_2} = 0$$

کسی سطح کے ہر دو صدر ماسکوں کی علامت ہمیشہ مختلف ہوتی ہے۔
مقعر سطح کے لئے (ص، +) پہلا صدر ماسکی طول منفی ہوتا ہے اور دوسرا صدر ماسکی طول مثبت ہوتا ہے۔ محدب سطح کے لئے (ص، −) پہلا ماسکی طول مثبت اور دوسرا منفی ہوتا ہے۔

شخص اور خیال کے محل

(۱) مقعر سطح :۔ جب شخص مرکز انحناء پر ہو تو شعاعیں سطح پر عموداً واقع ہوتی ہیں اور اس لئے انعطاف واقع نہیں ہوتا۔ اس صورت میں خیال اور شخص منطبق ہو جاتے ہیں۔
جب سہ > ۱ تو دوسرا صدر ماسکی طول م_2 مثبت ہوگا۔ اور اب مساوات یہ ہو جائے گی۔

$$\frac{\text{سہ}}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{سہ}}{\text{م}_2}$$

$$\therefore \quad \frac{\text{سہ}}{\text{خ}} = \frac{1}{\text{ش}} + \frac{\text{سہ}}{\text{م}_2}$$

پس جب ش = +، (شخص حقیقی)، تو خ = +، اور خیال مجازی ہوتا ہے۔
اور جب ش < ص، تو خ < ص }
" ش > ص، " خ > ص } شکل ۹۶ سے بآسانی ثابت ہو سکتا ہے۔
ہر دو صورتوں میں شخص کے مقابلہ میں خیال مرکز انحناء سے قریب تر ہوتا ہے۔
(۲) محدب سطح :۔ اس صورت میں ص = −، اور دوسرا صدر ماسکی طول م_2 = −
اور پہلا " " " م_1 = +

$$\text{پس} \quad \frac{\text{سہ}}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = - \frac{1}{\text{م}_1}$$

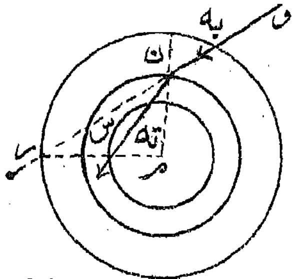
$$\therefore \quad \frac{\text{سہ}}{\text{خ}} = \frac{1}{\text{ش}} - \frac{1}{\text{م}_1}$$

جب ش > م، تو خ = - اور خیال حقیقی بنتا ہے، انعطاف انگیز سطح کے مشقی جانب۔
جب ش < م، تو خ = + اور خیال مجازی بنتا ہے۔

کروی سطح سے انعطافی شعاع کے لئے ہندسی عمل

فرض کرو کہ (شکل ۹۹)

ش ن ایک شعاع ہے جو ایک کرہ پر واقع ہے، جس کا نصف قطر م ن ہے۔
م کو مرکز مان کر نصف قطر ہـ × م ن اور م ن / ہـ سے دو کرے کھینچو۔
ش ن کو خارج کرو کہ وہ بیرونی کرے کو سا پر قطع کرے۔ سا، م کو ملاؤ تاکہ وہ اندرونی کرے کو س پر قطع کرے۔ تو ن س، منعطف شعاع ہوگی۔



شکل ۹۹

کیونکہ م س / م ن = م ن / م سا

∴ △ م س ن، م ن سا متشابہ ہیں۔

∴ م ن̂ س = م ش̂ ن

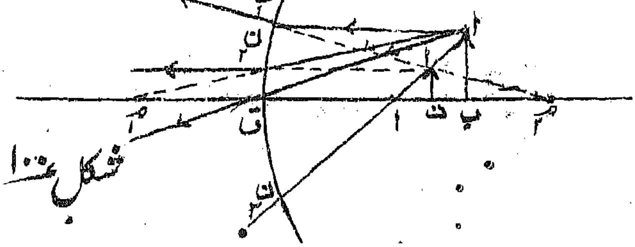
∴ جب م ن̂ سا / جب م ن̂ س = جب م ن̂ سا / جب م ش̂ ن = م سا / م ن = ہـ

پس م ن̂ س = زاویہ انعطاف۔

واضح رہے کہ سا کی طرف جتنی شعاعیں چلیں گی وہ اس طرح منعطف ہوں گی کہ س میں سے گزریں۔ اسی طرح س سے آنے والی جملہ شعاعیں سا سے آتی معلوم ہوں گی۔

محدود العاد کے شخص کا خیال

فرض کرو کہ (شکل ۱۰۰)



شکل ۱۰۰

ن ن٫ ف ان٫ = ایک مقعر سطح
نا = سطح کا مرکز
م٫ ق م٫ = سطح کا محور
ا ب = ایک شخص جس کا ایک سرا ب محور پر ہے۔ خود اب محور پر علی القوائم ہے۔

شکل کے داہنی طرف ہوا مانو اور بائیں طرف ایسا واسطہ فرض کرو جس کا انعطاف نما = مـه
نقطہ ب کا خیال محور پر نقطہ بَ پر بنے گا۔ نقطہ ا کا خیال معلوم کرنے کے لئے ہم کو دو شعاعیں ایسی لینا پڑیں گی جو نقطہ سے چل کر بعد انعطاف منقطع ہوں۔

فرض کرو کہ ق م٫ = م٫ = $\frac{مـه\ ص}{مـه - ۱}$ جہاں ص = سطح کا نصف قطر انحناء
پس م٫ = دوسرا صدر ماسکہ۔

اسی طرح اگر ق م = م = - $\frac{ص}{مـه - ۱}$ تو م = پہلا صدر ماسکہ۔

چونکہ سطح مقعر ہے اس لئے ص = + اور ماسکی نقطوں کے محل حسب شکل ہیں۔

اب ذیل کی شعاعیں تعین خیال کے لئے کام میں لائی جا سکتی ہیں :-

(۱) شعاع ا ن٫ محور کے متوازی، ایسی شعاع منعطف پیدا کرتی ہے جو مجازاً دوسرے صدر ماسکہ م٫ سے آتی معلوم ہوتی ہے۔

(۲) شعاع ا ن٫ جس کی سمت پہلے صدر ماسکہ کی طرف ہے، ایسی منعطف شعاع پیدا کرتی ہے جو محور کے متوازی ہوتی ہے۔ اس شعاع کو پیچھے کی طرف خارج کیا جاتا ہے۔

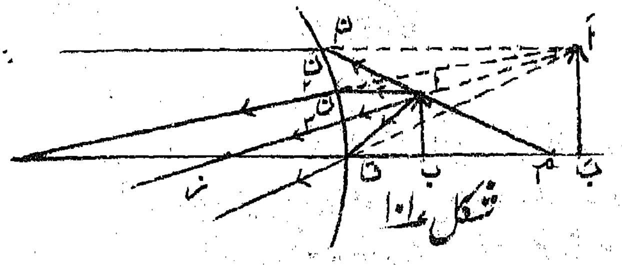
(۳) شعاع ا نا ن٫، جو مرکز انحنا میں سے گزرتی ہے، وہ بغیر انعطاف سطح میں سے گزر جاتی ہے۔

(۴) محور م٫ ق م٫ سطح پر علی القوائم ہے۔ اس لئے ایک شعاع ا ق، جو ایک چھوٹا سا زاویہ وقوع ا ق نا بناتی ہے، ایک ایسی شعاع پیدا کرتی ہے جو بعد انعطاف محور پر مائل بزاویہ اَ قْ نا منعطف ہوتی ہے، جہاں ا قْ نا = مـه × اَ قْ نا

خطوط ن٫ اَ ، ن٫ اَ ، ق اَ ، ن٫ اَ میں سے کسی دو کے تقاطع سے جو نقطہ اَ حاصل ہوتا ہے وہی ا کا خیال ہے۔ یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ یہ تمام خطوط ایک ہی نقطہ پر منقطع ہوتے ہیں۔

اب اَ سے ایک خط اَ بَ محور پر علی القوائم کھینچا جائے تو وہ اب کا خیال ہوگا۔

محدب سطح کے لئے عمل شکل ۱۰۱ میں دکھلایا گیا ہے۔



شکل ۱۰۱

حروف اندازی حسب سابق ہے اس لئے عمل کے سمجھنے میں کوئی دقت نہ ہونا چاہیئے۔ اگر خلا یا ہوا بائیں طرف ہو اور انعطاف نما مہ کا کوئی واسطہ داہنی طرف ہو، اور شخص بھی اسی واسطے میں ہو تو ہم کو مہ کی بجائے $\frac{1}{\text{مہ}}$ رکھنا ہوگا۔

$$\therefore \text{م}_1 = \frac{\text{ص مہ}}{\text{مہ} - 1} \quad \text{اور} \quad \text{م}_2 = -\frac{\text{ص}}{\text{مہ} - 1}$$

تکبیر شکل ۱۰۱ میں فرض کرو کہ ا ب = ق ن۱ = شہ
اور اَ بَ = ق ن۲ = خہ

تو سطح سے پیداشدہ انعطافی تکبیر $= \frac{\text{خہ}}{\text{شہ}} = \text{ط}$ (بالفرض)

فرض کرو کہ ق ب = ش، ق بَ = خ، تو

(۱) متشابہ مثلث ن۱ ق م۲، اَ بَ م۲ سے

$$\frac{\text{اَ بَ}}{\text{ق ن}_1} = \frac{\text{م}_2\text{ بَ}}{\text{م}_2\text{ ق}} = \frac{\text{ق م}_2 - \text{ق بَ}}{\text{ق م}_2}$$

$$\therefore \text{ط} = \frac{\text{م}_2 - \text{خ}}{\text{م}_2}$$

(۲) متشابہ مثلث ن۲ ق م۱، ا ب م۱ سے

$$\frac{\text{ق ن}_2}{\text{ا ب}} = \frac{\text{م}_1\text{ ق}}{\text{م}_1\text{ ب}} = -\frac{\text{ق م}_1}{\text{ق ب} - \text{ق م}_1} \quad \therefore \text{ط} = -\frac{\text{م}_1}{\text{ش} - \text{م}_1}$$

(۳) متشابہ مثلث ا ب ر، اَ بَ ر سے

$$\frac{\text{بَ اَ}}{\text{ب ا}} = \frac{\text{ر بَ}}{\text{ر ب}} = \frac{\text{ق بَ} - \text{ق ر}}{\text{ق ب} - \text{ق ر}} \quad \therefore \text{ط} = \frac{\text{خ} - \text{ص}}{\text{ش} - \text{ص}}$$

(۴) چونکہ ا ق ب، اور اَ ق بَ بہت چھوٹے ہیں اس لئے ان کے بجائے اُن کے مماس

لئے جا سکتے ہیں۔

$$\therefore\ \text{م}\left(\frac{\text{اَبَ}}{\text{قَبَ}}\right) = \frac{\text{با}}{\text{قب}} \quad \therefore\ \text{ط} = \frac{\text{خ}}{\text{م ش}}$$

پس حسب ذیل علاقے تکبیر کے لئے دریافت ہوئے۔

$$\text{ط} = \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = \frac{\text{خ}}{\text{م ش}} = \frac{\text{خ} - \text{م}_2}{\text{م}_2} = \frac{\text{م}_1}{\text{ش} - \text{م}_1} = \frac{\text{خ} - \text{ص}}{\text{ش} - \text{ص}}$$

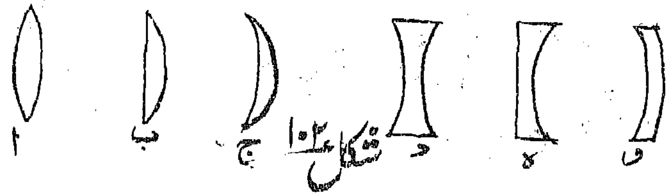
یہی علاقہ شکل ۱۰۱ سے بھی دریافت ہو سکتا ہے، جس کو متعلم پر چھوڑا جاتا ہے۔ ان علاقوں میں سے پہلے علاقہ سے ظاہر ہے کہ جب خ منفی ہو تو خیال حقیقی ہوگا اور تکبیر منفی ہوگی۔ یعنی خیال معکوس ہوگا۔ اگر خ مثبت ہو تو خیال مجازی اور مستقیم ہوگا۔

عدسے

عدسے | عدسے سے مراد کسی انعطاف انگیز واسطے کا وہ حصہ ہے جو دو کروی سطحوں یا ایک کروی سطح اور ایک مستوی سطح سے گھرا ہوا ہو۔

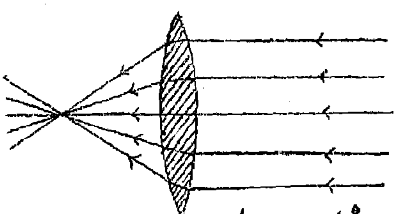
سطحوں کے مرکز انحنا کو ملانے والا خط مستقیم عدسہ کا محور کہلاتا ہے۔ یا اگر ایک سطح مستوی ہو تو یہ محور اس سطح پر عمود ہوتا ہے اور دوسری سطح کے مرکز انحنا میں سے گزرتا ہے۔ محور میں سے جو مستوی گزرتا ہے اس کو عدسہ کی صدر تراش کہتے ہیں۔ عدسہ میں اس شخص کا خیال بنتا ہے جو اس کے محور پر واقع ہوتا ہے۔

عدسوں کی قسمیں | عدسے دو قسموں میں تقسیم کئے جاتے ہیں۔ پہلی قسم محدب یا استدقاقی عدسے کی ہے۔ یہ عدسے متوازی شعاعوں کو مستدق کر دیتے ہیں۔ دوسری قسم مقعر یا اتساعی عدسوں کی ہے۔ یہ عدسے متوازی شعاعوں کو متسع کر دیتے ہیں۔ شکل ۱۰۲ میں ان عدسوں کی صدر تراشیں دکھلائی گئی ہیں۔

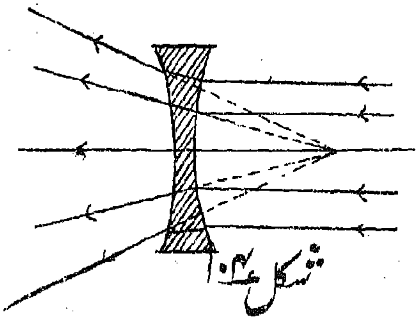


شکل ۱۰۲

ان میں سے ا، ب، ج، محدب عدسے اور د، ہ، و، مقعر۔
ا محدب الطرفین عدسہ کہلاتا ہے۔
ب کو مستوی محدب عدسہ کہتے ہیں۔ اور ج محدب ہلالیہ ہے۔
د مقعر الطرفین عدسہ ہے، ہ مستوی مقعر، اور و مقعر ہلالیہ ہے۔
ج اور و کو بسا اوقات بلا امتیاز محدب مقعر یا مقعر محدب عدسے کہتے ہیں۔
شکل ۱۰۳ اور شکل ۱۰۴ میں علی الترتیب محدب اور مقعر عدسوں پر متوازی شعاعیں واقع ہوتی دکھلائی گئی ہیں۔



شکل ۱۰۳

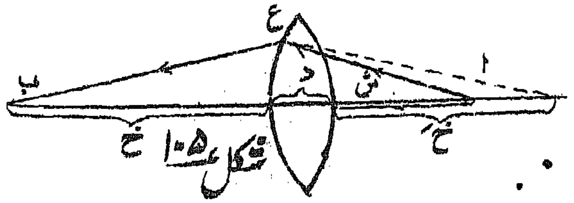


شکل ۱۰۴

شعاعیں ہر صورت میں داہنے سے بائیں جانب جا رہی ہے۔ محدب عدسہ میں سے گزرنے کے بعد شعاعیں ایک نقطہ پر ملتی ہیں جس کو عدسہ کا ماسکہ کہتے ہیں۔ اور مقعر عدسے میں سے جب وہ گزرتی ہیں تو اس طرح کہ پیچھے کی طرف خارج کئے جانے پر وہ ماسکہ میں سے گزرتی ہیں۔
ہر صورت میں عدسہ سے ماسکہ تک کا فاصلہ عدسہ کا ماسکی طول کہلاتا ہے۔
جب عدسہ کا محیط مدور ہو تو اس محیط کے قطر کو عدسہ کا سہوہ کہتے ہیں۔
عدسہ کا محور عدسہ کی سطحوں کو جن نقطوں پہ قطع کرتا ہے وہ ان سطحوں کے قطب کہلاتے ہیں۔

عدسے میں سے انعطاف۔ زوجی ماسکوں کا کلیہ

فرض کرو کہ شکل ۱۰۵ میں ع ایک عدسہ ہے جس کی دبازت د ہے۔ اور وہ ایسے واسطے میں ہے جس کے لحاظ سے اس کا



شکل ۱۰۵

انعطاف نما مہ ہے۔

فرض کرو کہ ا ایک منور نقطہ ہے جو اس کی پہلی سطح سے فاصلہ ش پر رکھا ہوا ہے۔
ہر دو سطحوں کے نصف قطر انحنا ص_1، ص_2 مان لو۔
اب عدسہ کی پہلی سطح سے انعطاف کو دیکھو۔ اس سطح سے ا کا خیال اَ پر نظر آئے گا،
جس کا فاصلہ سطح سے خَ ہے۔
پس کردی سطح سے انعطاف والے ضابطے کی رو سے $\frac{\text{مہ}}{\text{خَ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{مہ} - 1}{\text{ص}_1}$

اب دوسری سطح پر جو شعاعیں پڑتی ہیں وہ گویا اَ سے آرہی ہیں اس کا فاصلہ دوسری سطح سے (خَ + د) ہے۔ اس سطح سے گزرتے وقت عدسہ سے جو روشنی نکلے گی وہ ماحول کے واسطے میں خارج ہوگی۔ اس لئے اب انعطاف نما مہَ یعنی $\frac{1}{\text{مہ}}$ ہوگا۔
پس اگر خیال کا فاصلہ دوسری سطح سے خ ہو تو دوسری مرتبہ ضابطہ کے استعمال سے

$$\frac{\frac{1}{\text{مہ}}}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{خَ} + \text{د}} = \frac{\frac{1}{\text{مہ}} - 1}{\text{ص}_2}$$

$$\text{یا} \quad \frac{1}{\text{خ}} - \frac{\text{مہ}}{\text{خَ} + \text{د}} = \frac{1 - \text{مہ}}{\text{ص}_2}$$

اب اگر عدسہ کو پتلا تصور کریں تو دیگر فاصلوں کے مقابلے میں د کو نظر انداز کر سکتے ہیں، جس سے کوئی معتد بہ خطا واقع نہ ہوگی۔
پس پتلے عدسے کی صورت میں جبکہ وہ ایک ہی واسطے سے گھرا ہوا ہو اوپر کی ہر دو مساوات جمع کرنے سے $\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = (\text{مہ} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_1} - \frac{1}{\text{ص}_2}\right)$

اس مساوات میں مقادیر ش، خ، ص_1، ص_2 سب کی سب جبری ہیں۔
حسب سابق وہ اس وقت مثبت ہیں جب نور کی سمت کے خلاف ان کی پیمائش ہو۔
اگر $\text{ش} = \infty$ تو $\frac{1}{\text{ش}} = 0$

$$\therefore \frac{1}{\text{خ}} = (\text{مہ} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_1} - \frac{1}{\text{ص}_2}\right) = \frac{1}{\text{م}} \quad (\text{بالفرض})$$

$$\therefore \frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$$

یہ مساوات چونکہ ش اور خ میں متشاکل ہے اس لئے شخص اور عدسہ کے انعطاف کی وجہ سے اس کے خیال کے محل تبادلہ پذیر ہیں۔ پس شخص اور خیال کے محل عدسے کے لئے **زوجی ماسکہ** ہوئے اور اوپر کی مساوات **زوجی ماسکوں کا کلیہ** ہوئی۔

صدر ماسکے | عدسہ کے لئے حسب ذیل مساوات حاصل ہوئی ہے۔

$$\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = (مہ - 1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right)$$

اس میں اگر $خ = \infty$ تو $\frac{1}{خ} = 0$

$$\therefore \frac{1}{خ} = (مہ - 1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right)$$

اس مساوات سے خ کی جو قیمت نکلتی ہے اس کو عدسہ کا دوسرا صدر ماسکی طول کہتے ہیں۔ اس کو $م_2$ سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ پھر عدسہ کے محور پر عدسہ سے فاصلہ $م_2$ پر جو نقطہ ہوگا اس کو عدسہ کا دوسرا صدر ماسکہ کہتے ہیں۔

محور کے متوازی جو شعاع عدسہ پر واقع ہوتی ہے وہ بعد انعطاف دوسرے صدر ماسکہ سے آتی ہوئی ($+ م_2$) معلوم ہوتی ہے یا اس نقطہ ہی سے فی الحقیقت گزرتی ہے ($- م_2$)۔

اوپر کی مساواتوں سے ظاہر ہے کہ عدسہ کے دونوں ماسکی طول ($م_1$ ، $م_2$) قدر میں مساوی ہیں، لیکن علامت میں مختلف ہیں۔ پس ہر دو ماسکے عدسہ کے ہر دو جانب واقع ہوتے ہیں اور اس سے مساوی فاصلے پر ہوتے ہیں۔ عام طور سے عدسہ کے طول ماسکہ سے مراد اس کا دوسرا صدر ماسکہ لیا جاتا ہے۔ اسی بنا پر ہم نے اوپر $\frac{1}{م_2} = (مہ - 1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right)$ لکھا ہے، جس سے مساوات $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م_2}$ حاصل ہوئی۔

خاص خاص عدسوں کے طول ماسکہ | (۱) محدب الطرفین عدسہ:-

واقع شعاعوں کے رُخ پر نصف قطر انحناء منفی ہے اور بقیہ رُخ کا نصف قطر انحنا مثبت ہے۔

یعنی $\text{ص}_1 = -$ اور $\text{ص}_2 = +$

پس $\frac{1}{\text{م}} = -(\text{مـ} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_1} + \frac{1}{\text{ص}_2}\right)$

چونکہ $\text{مـ} > 1$ اس لئے معلوم ہوا کہ محدب الطرفین عدسہ کا طول ماسکہ منفی ہوتا ہے۔

اگر ہم عدسہ کا رخ پھیر دیں تو ص_1 اب $-\text{ص}_2$ ہو جائے گا اور ص_2 مثبت ص_1۔

پس ظاہر ہے کہ اوپر کی مساوات میں کوئی فرق واقع نہ ہوگا۔

(۲) **مستوی محدب عدسہ**:- اگر مستوی سطح واقع شعاعوں کے رُخ پر ہو تو

$\text{ص}_1 = \infty$ اور $\frac{1}{\text{ص}_1} = 0$

اور $\text{ص}_2 = +$

$\therefore \frac{1}{\text{م}} = -\frac{\text{مـ} - 1}{\text{ص}_2}$

پس مستوی محدب عدسہ کا طول ماسکہ بھی منفی ہوتا ہے۔ یہاں بھی اگر عدسہ کا رخ پلٹ دیا جائے تو اوپر کی قیمت میں کوئی فرق واقع نہیں ہوتا۔

(۳) **مقعر محدب عدسہ**:- یہاں ہر دو سطحوں کے مرکز انحناء عدسہ کی مثبت جانب واقع ہیں۔ پس ص_1 اور ص_2 دونوں مثبت ہیں۔

اگر $\text{ص}_1 > \text{ص}_2$ تو $\frac{1}{\text{ص}_1} < \frac{1}{\text{ص}_2}$ اور طول ماسکہ منفی ہوگا۔

اس صورت میں عدسہ کی دبازت کناروں کی طرف گھٹتی جاتی ہے جیسا کہ شکل ۱۰۲ الف میں دکھلایا ہے۔ رُخ بدل دینے سے طول ماسکہ پر اثر نہیں پڑتا۔

اگر $\text{ص}_1 < \text{ص}_2$ تو $\frac{1}{\text{ص}_1} > \frac{1}{\text{ص}_2}$ اور طول ماسکہ مثبت ہوگا۔

اس صورت میں عدسہ کی دبازت کناروں کی طرف بڑھتی ہے جیسا کہ شکل ۱۰۲ میں دکھلایا ہے۔

(۴) **مقعر الطرفین عدسہ**۔ اس صورت میں شعاع واقع کے رُخ سطح کا نصف قطر انحنا مثبت ہے یعنی $\text{ص}_1 = +$ اور $\text{ص}_2 = -$

$\therefore \frac{1}{\text{م}} = (\text{مـ} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_1} + \frac{1}{\text{ص}_2}\right)$

یعنی طول ماسکہ مثبت ہوگا۔ اور عدسہ کی دبازت کناروں کی طرف بڑھتی ہے جیسا کہ شکل ۱۰۲ج

ف میں دکھلایا ہے۔

(۵) مستوی مقعر عدسہ - یہاں $ص_1 = \infty$

$ص_2 = -$

$$\therefore \frac{1}{م} = \frac{مہ - 1}{ص_2}$$

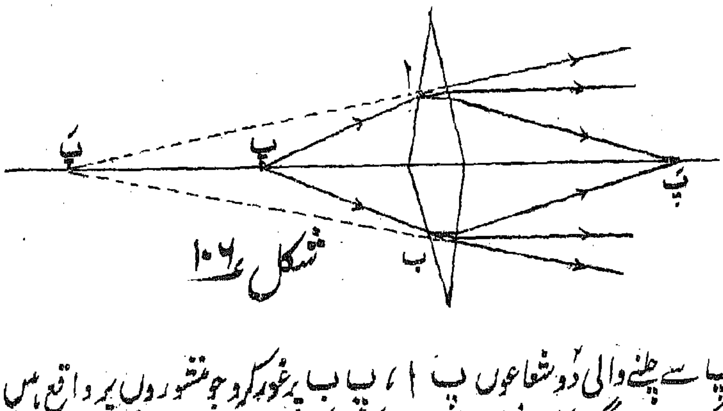
اور طول ماسکہ مثبت ہے - دبازت کناروں کی طرف بڑھتی ہے۔

پس نتیجہ یہ نکلا کہ جن عدسوں کی دبازت کناروں کی طرف بڑھتی ہے یعنی انساعی عدسوں کا طول ماسکہ مثبت ہے۔ اور جو عدسے کناروں کی طرف دبازت میں گھٹتے ہیں اُن کے طول ماسکہ منفی ہوتے ہیں۔

محدب اور مقعر عدسوں کے عمل کی توجیہ

محدب اور مقعر یا استدقاقی اور انساعی عدسوں کے عمل کی توجیہ حسب ذیل طریقہ پر کی جا سکتی ہے۔

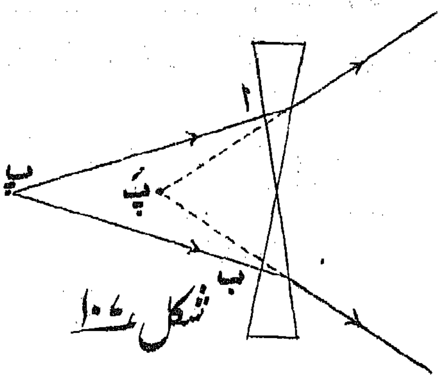
محدب عدسے:- محدب الطرفین عدسہ کو دو منشوروں پر مشتمل سمجھو جو قاعدہ سے قاعدہ ملا کر رکھ دیئے گئے ہوں۔ شکل ۱۰۶



شکل ۱۰۶

نقطہ پ سے چلنے والی دو شعاعوں پ ا ، پ ب پر غور کرو جو منشوروں پر واقع ہیں جیسا کہ منشور کے بیان میں گزر چکا یہ شعاعیں منشوروں کے جن کناروں پر پڑتی ہیں اُن سے منحرف ہو جاتی ہیں - اور اس طرح بعد انعطاف منتشر نہیں ہوتیں۔ شعاعوں پ ا ، پ ب کا راستہ عدسہ میں سے گزر جانے کے بعد انحراف کی مقدار پر منحصر ہوتا ہے۔ یا تو وہ پَ سے منتشر ہوتی ہیں یا اگر انحراف کافی زیادہ ہو تو پھر وہ پً پر مستدق ہو جاتی ہیں۔

مقعر عدسے :- اسی طرح مقعر الطرفین عدسہ کو ہم دو منشوروں پر مشتمل سمجھ سکتے ہیں جو راس سے راس ملا کر رکھ دیئے گئے ہوں۔ شکل ۱۰۷۔



شکل ۱۰۷

اس صورت میں شعاعیں پ ا پ ب، منشور کے کناروں سے قاعدوں کی طرف منعطف ہوتی ہیں، اور معلوم ہوتا ہے کہ نقطہ پَ سے آرہی ہیں۔ پس عدسہ میں سے گزرنے کے بعد شعاعیں سابق سے زیادہ متسع ہوجاتی ہیں۔

شخص اور خیال کے اضافی محل

(۱) **مقعر عدسہ** :- مساوات

$$\frac{1}{خ} = \frac{1}{ش} + \frac{1}{م}$$

سے ظاہر ہے کہ اگر م مثبت ہو تو ش کی مثبت قیمت سے خ کی مثبت قیمت ملے گی۔ یعنی ایک حقیقی شخص کا مجازی خیال پیدا ہوگا۔ نیز چونکہ $\frac{1}{خ}$ کی قیمت معلوم کرنے کے لئے $\frac{1}{ش}$ میں $\frac{1}{م}$ کی قیمت جمع کی جاتی ہے، اس لئے $\frac{1}{خ}$ کو $\frac{1}{ش}$ سے بڑا ہونا چاہیئے یعنی خ کو ش سے کم ہونا چاہیئے۔

پس شخص کے مقابلے میں خیال عدسہ سے نزدیک تر ہوگا۔

(۲) **محدب عدسہ** :- یہاں مساوات

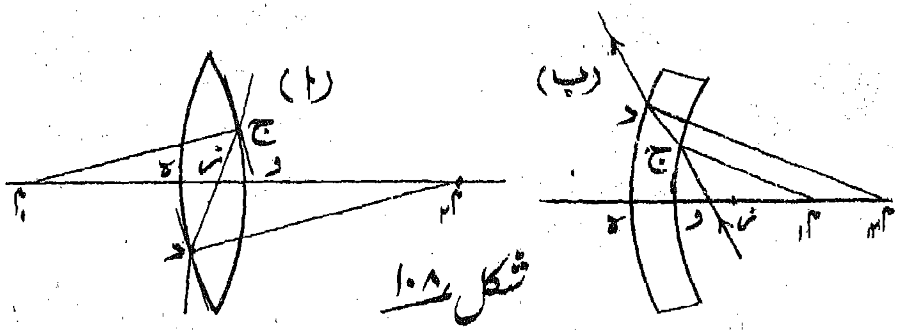
$$\frac{1}{خ} = \frac{1}{ش} - \frac{1}{م}$$ ہے۔

اگر $\frac{1}{ش} < \frac{1}{م}$ (یعنی ش > م) تو $\frac{1}{خ}$ منفی ہے یعنی خ منفی ہے پس

خیال حقیقی ہوگا۔

اگر $\frac{1}{\text{ش}} > \frac{1}{\text{م}}$ (یعنی ش $<$ م) تو پہلے صدر ما سکہ کے مقابلے میں شخص عدسہ سے نزدیک تر ہوگا، $\frac{1}{\text{خ}}$ مثبت ہوگا، اس لئے خ مثبت اور اس لئے خیال مجازی ہوگا۔

عدسہ کا مناظری مرکز ہر عدسے کے لئے ایک نہ ایک نقطہ ایسا ہوتا ہے کہ اس میں سے گزرنے والی شعاعیں عدسہ سے منحرف نہیں ہوتیں۔ فرض کرو کہ عدسہ کے رخوں کے مرکز انحنا م_1 اور م_2 ہیں (شکل ۱۰۸ ا اور ب)۔



شکل ۱۰۸

م_1 ج اور م_2 د، ایک دوسرے کے متوازی کھینچو۔ چونکہ یہ سطحوں پر عماد ہیں اس لئے ج اور د پر سطحیں متوازی ہیں۔ پس جو شعاع راستہ ج ز د، اختیار کرتی ہے وہ عدسہ میں سے خارج ہوتے وقت اسی سمت میں ہوتی ہے جو داخلہ سے قبل تھی یعنی اس میں کوئی انحراف نہیں پیدا ہوتا۔ وہ گویا اپنے متوازی سرک جاتی ہے لیکن پتلے عدسوں میں یہ سرک بہت قلیل ہوتی ہے۔

اب چونکہ م_1 ج اور م_2 د متوازی ہیں اور $\triangle$ م_1 ج ز، م_2 د ز متشابہ ہیں

$$\therefore \frac{\text{م}_1\text{ج}}{\text{م}_2\text{د}} = \frac{\text{م}_1\text{ز}}{\text{م}_2\text{ز}}$$

لیکن $\text{م}_1\text{ج} = \text{م}_1\text{ف}$ اور $\text{م}_2\text{د} = \text{م}_2\text{ہ}$

$$\therefore \frac{\text{م}_1\text{ز}}{\text{م}_2\text{ز}} = \frac{\text{م}_1\text{ف}}{\text{م}_2\text{ہ}}$$

پس تناسب کے ایک مشہور مسئلہ کی رو سے

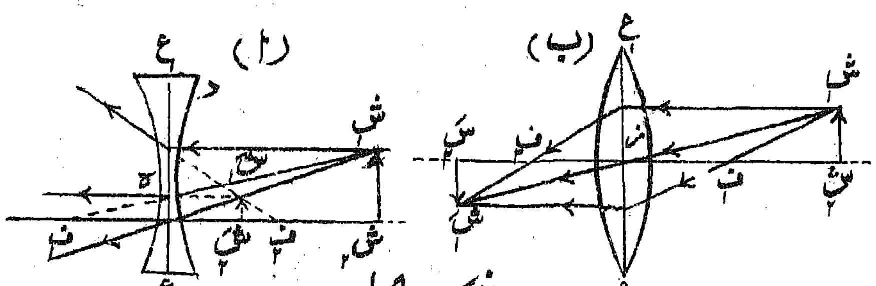
$$\frac{\text{م}_1\text{ف}}{\text{م}_2\text{ہ}} = \frac{\text{م}_1\text{ف} - \text{م}_1\text{ز}}{\text{م}_2\text{ز} - \text{م}_2\text{ہ}}$$

یعنی $\frac{ن\,ف_۱}{ن\,ک} = \frac{م_۱\,ف_۱}{م_۲\,ک}$

پس جو شعاعیں بغیر انحراف گزرتی ہیں وہ سب کی سب ایک ہی نقطہ ن میں سے گزرتی ہیں۔ اس نقطہ کو عدسہ کا مناظری مرکز کہتے ہیں۔ ن عدسہ کے اندر بھی ہو سکتا ہے جیسا کہ شکل (ا) میں ہے اور اس کے باہر بھی، جیسا کہ شکل (ب) میں ہے۔ لیکن تمام صورتوں میں سطح سے اس کا فاصلہ اس سطح کے نصف قطر کے تناسب ہوتا ہے۔

محدود جسامتوں کے شخص اور خیال

فرض کرو کہ شکل ۱۰۹ (ا) اور (ب) میں ع ایک عدسہ ہے جس کے سامنے ایک شخص ش، ش اس طرح رکھا ہوا ہے کہ ایک سرا ش۲ عدسہ کے محور پر رہتا ہے۔ ش۱، ش۲ محور کے علی القوائم ہے۔ (ا) میں عدسہ اتساع ہے اور (ب) میں استدقاقی۔



شکل ۱۰۹

نقطہ ا کا خیال حاصل کرنے کے لئے ذیل کا عمل کیا جاتا ہے:-

(۱) ایک شعاع ش د محور کے متوازی لو۔ بعد انعطاف یہ شعاع ف۲ سے یعنی دوسرے صدر راسکہ سے آتی معلوم ہوتی ہے۔ محدب عدسہ میں یہ شعاع ف۲ میں سے گزرتی ہے۔

(۲) ایک شعاع ش ک لو جو پہلے صدر راسکہ ف کی سمت میں ہو۔ بعد انعطاف یہ شعاع محور کے متوازی خارج ہوتی ہے۔ مقعر عدسہ کے لئے اس کو پیچھے کی طرف بڑھاؤ۔

(۳) ایک شعاع ش₁ ن لو جو عدسہ کے مناظری مرکز میں سے گزرے۔ جیسا کہ اوپر ثابت ہو چکا ہے یہ شعاع بدون انعطاف خارج ہوتی ہے۔

ان ہر سہ خطوط میں سے کوئی بھی دو خط لے لو۔ ان دونوں کا نقطہ تقاطع ش₂ کا خیال ش₂ ہوگا۔ ش₂ سے ایک خط محور پر عمود وار کھینچو تو ش₁ ش₂ شخص ش₁ ش₂ کا پورا خیال ہوگا۔

شکل سے ظاہر ہے کہ انساعی عدسوں میں خیال مجازی بنتا ہے اور استدقاقی عدسوں میں حقیقی۔

تکبیر | فرض کرو کہ ش₁ ش₂ = ن ح = صہ (شکل ۱۰۹ ا یا ب)

ش₁ ش₂ = ن ک = خہ

تو تکبیر جو عدسہ سے پیدا ہوتی = ت = $\frac{خہ}{صہ}$

جب یہ نسبت منفی ہوتی ہے تو خیال معکوس ہوتا ہے ورنہ خیال سیدھا بنتا ہے۔

فرض کرو کہ ن ش₁ = عدسہ سے شخص کا فاصلہ = ص

ن ش₂ = " " خیال " = خ

ر₁ = − ر اور ر₂ = + ر

تو عدسہ کا طول ماسکہ = م

چنانچہ ن ف₂ = م اور ن ف₁ = − م

(۱) متشابہ مثلث ن ش₁ ش₂، ن ش₁ ش₂ سے

$$\frac{ش_2 ش_2}{ش_1 ش_1} = \frac{ن ش_2}{ن ش_1} \quad \therefore \quad \frac{خہ}{صہ} = \frac{خ}{ص}$$

(۲) متشابہ مثلث ک ن ف₁، ش₁ ش₁ ف₁ سے

$$\frac{ن ک}{ش_1 ش_1} = \frac{ف_1 ن}{ف_1 ش_1} = \frac{ن ف_1}{ن ش_1 - ن ف_1} \quad \therefore \quad \frac{خہ}{صہ} = + \frac{م}{ص + م}$$

(۳) متشابہ مثلث ش₂ ش₂ ف₂، ح ن ف₂ سے

$$\frac{\text{شَ}_2\text{شَ}_1}{\text{ن}_1\text{ص}_1} = \frac{\text{شَ}_2\text{ف}_2}{\text{ن}_1\text{ف}_2} = \frac{\text{ن}_1\text{ف}_2 - \text{ن}_1\text{شَ}_2}{\text{ن}_1\text{ف}_2}$$

$$\therefore \frac{\text{خہ}}{\text{صہ}} = -\frac{\text{خ} - \text{م}}{\text{م}}$$

$$\text{پس ت} = \frac{\text{خہ}}{\text{صہ}} = \frac{\text{خ}}{\text{ص}} = -\frac{\text{م}}{\text{ص} + \text{م}} = -\frac{\text{خ} - \text{م}}{\text{م}}$$

یہ صورتیں زوجی ماسکوں کی مساوات سے بھی اخذ کی جا سکتی ہیں۔
ان علاقوں سے خیال اور شخص کی اضافی قامتیں خیال کا محل معلوم کئے بغیر دریافت کی کی جا سکتی ہیں۔
چنانچہ علاقہ

$$\frac{\text{خیال}}{\text{شخص}} = \frac{\text{خ}}{\text{ص}}$$

سے ذیل کے نتائج بآسانی اخذ کئے جا سکتے ہیں:—

(۱) اگر خ > ص تو خیال > شخص
(۲) اگر خ = ص تو خیال = شخص
(۳) اگر خ < ص تو خیال < ص

ان نتائج کو شکل نمبر ۱۰۹ (ب) پر منطبق کرنے سے ہم کو تین صورتیں ملتی ہیں بلحاظ اس کے کہ خیال شخص کے مقابلے میں مکبر، مساوی یا مکسر ہے۔ دوسری صورت میں جبکہ خیال شخص کے مساوی ہو تو محدب عدسہ کے لئے خ = − ص اور اس لئے ضابطہ

$$\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ص}} = \frac{1}{\text{م}}$$

سے

$$-\frac{2}{\text{ص}} = \frac{1}{\text{م}}$$

یا $\text{ص} = -2\text{م}$ حاصل ہوتا ہے۔
یعنی جب محدب عدسہ سے پیدا شدہ خیال شخص کے مساوی ہو تو عدسہ سے خیال اور شخص

دونوں کا فاصلہ عدسہ کے ماسکی طول کا دگنا ہوتا ہے۔ اور اس لئے شخص اور خیال کا درمیانی فاصلہ عدسہ کے ماسکی طول کا چار گنا ہوتا ہے۔ یہ بآسانی ثابت کیا جا سکتا ہے۔ کہ خیال اور شخص کے درمیان یہ فاصلہ اقل ہوتا ہے۔

اس سے یہ بھی واضح ہے کہ شخص کا مکبر خیال پیدا کرنے کے لئے عدسہ سے شخص کو ایسے فاصلے پر رکھنا چاہیئے جو عدسہ کے طول ماسکہ سے زیادہ ہو لیکن طول ماسکہ کے دگنے سے کم ہو۔

شخص اور خیال کے مختلف محل

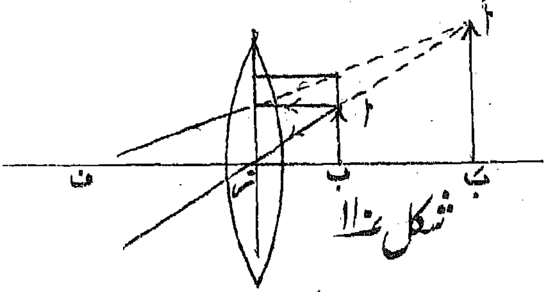
عدسہ کی مساوات یوں لکھی جا سکتی ہے۔

$$\text{خ} = \frac{\text{ص}\ \text{م}}{\text{ص} + \text{م}}$$

اور چونکہ استدقاقی عدسہ کے لئے م منفی ہے اس لئے معلوم ہوا کہ جب تک ص بڑا ہوگا م سے اس وقت تک خ منفی ہوگا۔ ایسی صورت میں خیال عدسہ کے دوسری جانب بنتا ہے اور حقیقی ہوتا ہے جیسا کہ شکل ۱۰۹ (ب) میں ہے۔

اصول عکس پذیری کی رو سے آئینوں کی طرح یہاں بھی خیال اور شخص تبادلہ پذیر ہیں یعنی اُن کے محل زوجی ہیں۔

لیکن جب ص کی قیمت م سے کم ہو تو خ مثبت ہوگا۔ اس صورت کو ہم نے ابھی تک نہیں لیا ہے کیونکہ اس صورت میں خیال مجازی بنتا ہے جیسا کہ شکل ۱۱۱ میں ترسیمی عمل کے تحت دکھلایا گیا ہے۔



شکل ۱۱۱

عدسہ میں سے گزرنے کے بعد شعاعیں متسع ہو جاتی ہیں۔ اگرچہ اس قدر نہیں جتنا کہ عدسہ میں داخل ہونے سے قبل متسع تھیں۔ شعاعیں ا ب، اَ سے متسع ہو رہی ہیں۔ اس لئے ا کا خیال اَ پر نظر آئے گا۔ چونکہ شعاعیں متسع ہیں اس لئے وہ کبھی متقاطع نہ ہوں گی اور اس لئے اس خیال کو پردے پر حاصل کرنا ممکن نہیں۔

مقعر عدسہ کی صورت میں م مثبت ہوتا ہے اور چونکہ

$$\text{خ} = \frac{\text{ص}\ \text{م}}{\text{ص} + \text{م}}$$

اس لئے خ ہمیشہ مثبت رہے گا اور اس لئے خیال ہمیشہ مجازی بنے گا۔ اس لئے اس عدسہ کے لئے صرف ایک صورت پیدا ہوتی ہے جو شکل ۱۰۹ (۱) میں دکھلائی جا چکی ہے۔

ترسیمی عمل کو کام میں لائیں تو جملہ صورتیں بآسانی سمجھ میں آجاتی ہیں۔

ذیل میں ہم ان عملوں کے نتائج کی ایک جدول درج کرتے ہیں۔

جدول نتائج

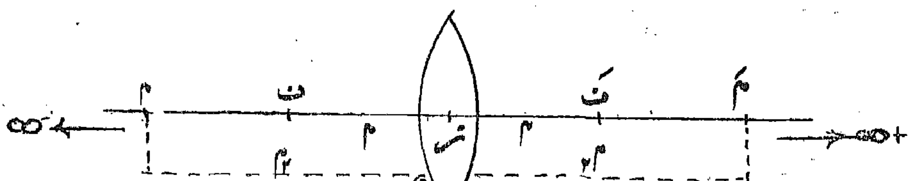
محدب عدسہ

شخص کا محل	خیال کا محل	خیال کی نوعیت
1. لاانتہا پر	ماسکہ پر	حقیقی
2. ∞ اور مَر کے درمیان	مر اور فَ کے درمیان	حقیقی، معکوس، مکسر
3. مَر پر	مر پر	حقیقی، معکوس، مساوی
4. مَر اور فَ کے درمیان	مر اور -∞ کے درمیان	حقیقی، معکوس، مکبر
5. فَ پر	لاانتہا پر	
6. فَ اور عدسہ کے درمیان	+∞ اور عدسہ کے درمیان	مجازی، مستقیم، مکبر

مقعر عدسہ

شخص کا محل	خیال کا محل	خیال کی نوعیت
لاانتہا پر	ماسکہ پر	مجازی
∞ اور عدسہ کے درمیان	ماسکہ اور عدسہ کے درمیان	مجازی، مستقیم، مکسر

محدب عدسہ کی مختلف صورتیں ذیل کی شکل ۱۱۱ سے واضح ہو جاتی ہیں۔

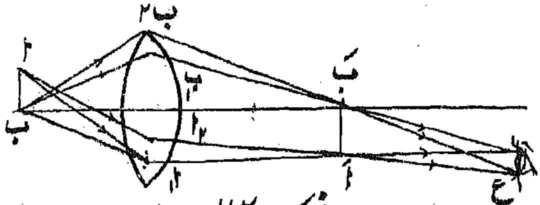


شکل ۱۱۱

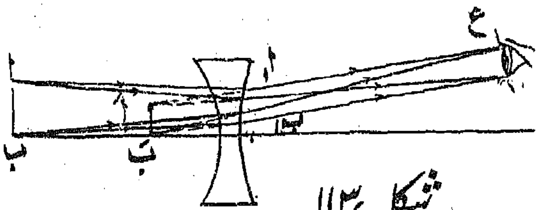
عدسہ میں انعطاف سے پیدا شدہ شعاعوں کا راستہ جن سے خیال دکھلائی دیتا ہے

اگر شخص صدر محور کے قریب ہو تو آنکھ کو بھی محور کے قریب ہونا چاہیئے۔ اس وقت آنکھ میں وہ شعاعیں پہنچیں گی جو عدسہ میں سے گزر چکی ہیں۔ شکل ۱۱۲ میں محدب عدسہ دکھلایا گیا ہے جس سے حقیقی خیال بنتا ہے۔

ا ب = شخص
اَ بَ = خیال
ع = آنکھ



شکل ۱۱۲



شکل ۱۱۳

راستہ معلوم کرنے کے لئے اَ کو آنکھ کے کونوں سے ملاؤ۔ پھر اُن خطوط کو پیچھے کی طرف بڑھاؤ تاکہ وہ عدسہ کو ا۱ ا۲ پر قطع کریں۔ اب ا۱ ا۲ کو ا سے ملادو۔ پس وہ شعاعیں جن سے ا کا خیال نظر آتا ہے وہ سب پنسل ا ا۱ ا۲ میں شامل ہیں۔

شکل ۱۱۳ میں مقعر عدسہ سے مجازی خیال کی صورت دکھلائی گئی ہے۔

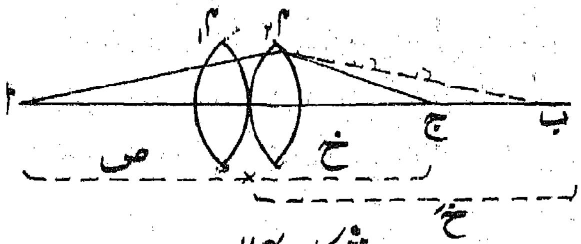
عدسوں کی ترکیب

اگر دو پتلے عدسے ایک ایک ترخ ملاکر رکھے جائیں، تو عدسوں کا اس طرح رکھنا ترکیب کہلاتا ہے اور دونوں سے مل کر جو عدسہ بنے گا وہ مرکب عدسہ کہلائے گا۔ یہ مرکب عدسہ ایک منفرد عدسہ کی طرح عمل کرتا ہے۔

وہ منفرد پتلا عدسہ جو عدسوں کی کسی ترکیب کے معادل ہو، معادل عدسہ کہلاتا ہے۔ اس عدسہ کے ماسکی طول کو معادل ماسکی طول کہتے ہیں۔

معادل عدسہ کا ماسکی طول حسب ذیل طریقے پر دریافت کیا جاسکتا ہے :-

فرض کرو کہ ا (شکل ۱۱۴) ایک شخص ہے۔ اور فرض کرو کہ پہلے عدسہ کا ماسکی طول $م_1$ ہے اور دوسرے عدسہ کا ماسکی طول $م_2$ ہے۔



شکل ۱۱۴

پہلے عدسہ سے شخص ا کا خیال ب پر بنے گا جس کا فاصلہ فرض کرو کہ خَ ہے۔

تو $$\frac{1}{خ'} - \frac{1}{ص} = \frac{1}{م_1}$$

دوسرے عدسہ کے لئے یہی ب بمنزلہ شخص کے ہے چنانچہ اس کا خیال ج پر بنے گا۔ پس اگر ج کا فاصلہ عدسوں سے خ ہو۔

تو $$\frac{1}{خ} - \frac{1}{خ'} = \frac{1}{م_2}$$

پس دونوں مساواتوں کو جمع کرنے سے

$$\frac{1}{خ} - \frac{1}{ص} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2}$$

لیکن اگر معادل عدسہ کا طول ماسکہ = ما

تو $$\frac{1}{خ} - \frac{1}{ص} = \frac{1}{ما}$$

کیونکہ معادل عدسہ فاصلہ ص پر شخص کا خیال نقطہ ج پر فصل خ سے بناتا ہے۔

$$\therefore \frac{1}{ما} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2}$$

الفاظ ہیں

جب $م_1$ اور $م_2$ طول ماسکہ کے دو پتلے عدسہ ملا کر رکھے جاتے ہیں تو وہ ایک ایسے

منفرد عدسہ کے معادل ہیں جس کا طول ماسکہ ما ہوتا ہے، جس کی قیمت اوپر کی مساوات سے حاصل ہوتی ہے۔

دونوں عدسوں کے بجائے جب یہ معادل عدسہ رکھا جاتا ہے تو وہ دئے ہوئے شخص کا خیال اسی قامت کا اسی محل پر بناتا ہے جیسا کہ دونوں عدسوں سے بنتا۔

اگر عدسے دو سے زائد ہوں تو اوپر کے استدلال سے بآسانی سمجھ میں آسکتا ہے کہ

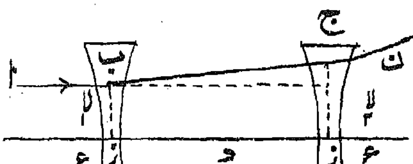
$$\frac{1}{\text{ما}} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2} + \frac{1}{\text{م}_3} + \cdots\cdots + \frac{1}{\text{م}_\text{ن}} = \sum \frac{1}{\text{م}_\text{ن}}$$

اس ضابطہ کے استعمال میں علامتوں کا لحاظ بہت ضروری ہے۔

اگر دو عدسوں کے درمیان فاصلہ = د

تو پھر
$$\frac{1}{\text{ما}} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2} + \frac{\text{د}}{\text{م}_1\,\text{م}_2}$$

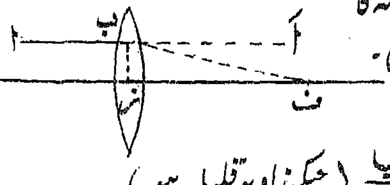
سہولت کے مدنظر ہم ایسے دو عدسے لیں گے جن میں جملہ مقداریں مثبت ہوں یعنی فرض کرو کہ دو مقعر عدسے ع۱ اور ع۲ ہیں جن کے درمیان فاصلہ د ہے (شکل ۱۱۵) اور جن کے طول ماسکہ م۱، م۲ ہیں۔



شکل ۱۱۵

کسی عدسے سے جو انحراف پیدا ہوتا ہے اس کی پیمایش یوں کی جاسکتی ہے۔

فرض کرو کہ (شکل ۱۱۶) ایک محدب عدسے پر ایک شعاع ا ب صدر محور کے متوازی واقع ہوتی ہے۔ پس اگر ف عدسہ کا ماسکہ ہو تو منعطف شعاع ب ف ہوگی۔



اور زاویہ انحراف = اَ ب ف

= ب ف نا = $\frac{\text{نا ب}}{\text{نا ف}}$ (جبکہ زاویہ قلیل ہو)

پس شکل ۱۱۵ء میں ع_1 سے پیدا شدہ انحراف $= \frac{\text{لا}_1}{\text{م}_1}$

اسی طرح ″ ″ ع_2 ″ ″ ″ $= \frac{\text{لا}_2}{\text{م}_2}$

∴ مجموعی انحراف $= \frac{\text{لا}_1}{\text{م}_1} + \frac{\text{لا}_2}{\text{م}_2}$

لیکن $\text{لا}_2 = \text{ن}_2\text{ج} = \text{ن}_2\text{ن} + \text{ن ج}$

$$= \text{لا}_1 + \text{ب ن مس ج ث ن}$$

$$= \text{لا}_1 + \text{د} \frac{\text{لا}_1}{\text{م}_1}$$

$$= \text{لا}_1 \left(1 + \frac{\text{د}}{\text{م}_1}\right)$$

پس مجموعی انحراف $= \text{لا}_1 \left(\frac{1}{\text{م}_1} + \frac{\text{د} + \text{م}_1}{\text{م}_1 \text{م}_2}\right)$

$$= \text{لا}_1 \left(\frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2} + \frac{\text{د}}{\text{م}_1 \text{م}_2}\right)$$

لیکن معادل عدسہ سے پیدا شدہ انحراف $= \frac{\text{لا}_1}{\text{ما}}$

∴ $\frac{\text{لا}_1}{\text{ما}} = \text{لا}_1 \left(\frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2} + \frac{\text{د}}{\text{م}_1 \text{م}_2}\right)$

∴ $\frac{1}{\text{ما}} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2} + \frac{\text{د}}{\text{م}_1 \text{م}_2}$

عدسہ کی ماسکی طاقت

تعریف: — عدسہ کی طاقت سے مراد عدسہ پر واقع شعاعوں کے استدقاق یا اتساع میں تبدیلی کی مقدار ہے۔

ماسکی طاقت کے لئے استدقاق کو مثبت سمجھا جاتا ہے اور اتساع کو منفی۔ اسی لئے استدقاقی عدسوں کی ماسکی طاقت مثبت ہوتی ہے۔

ظاہر ہے کہ عدسہ کی ماسکی طاقت کا انحصار عدسہ کے ماسکی طول پر ہے۔ چنانچہ ماسکی طاقت اور ماسکی طول بالعکس متناسب ہوتے ہیں۔

بنابریں عدسہ کی ماسکی طاقت کی پیمائش طول ماسکہ کے متکافی سے ہوتی ہے۔ ماسکی طاقت کی عملی اکائی ایک بصریہ ہے۔

ایک بصریہ سے مراد اس استدقاقی عدسہ کی طاقت ہے جس کا طول ماسکہ ایک میٹر ہو۔ باغراض سائنس عدسہ کی طاقت سے مراد ہمیشہ طول ماسکہ کا متکافی ہوتا ہے۔

چنانچہ اگر م = عدسہ کا طول ماسکہ

تو ماسکی طاقت = $-\frac{1}{\text{م}}$ (باغراض سائنس)

یا ماسکی طاقت = $-\frac{100}{\text{م}}$ بصریہ

دو عدسوں کی صورت میں اگر

ط_1 = ایک عدسہ کی طاقت

ط_2 = دوسرے 〃 〃

ط = معادل 〃 〃

تو $\because \quad \frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2}$

$$\therefore \quad \text{ط} = \text{ط}_1 + \text{ط}_2$$

یعنی معادل عدسہ کی ماسکی طاقت ترکیبی عدسوں کی ماسکی طاقتوں کے مجموعہ کے مساوی ہوتی ہے۔

منفرد کروی سطح سے انعطاف جبکہ فاصلے سطح کے مرکز سے پیمائش کئے جائیں

جیساکہ ہم اس سے پیشتر حاصل کر چکے ہیں (شکل ۹۶، ۹۷)

$$\text{مہ} = \frac{\text{ط ن}}{\text{ق ط}} \times \frac{\text{ق ط}'}{\text{ط}'\ \text{ن}}$$

اب فاصلے ن سے پیمائش کرو تو فرض کرو کہ

$$\text{ن ط} = \text{ل}_1 \text{،} \quad \text{ن ط}' = \text{ل}_2$$

تو $\quad \text{ط ن} = -\text{ل}_1 \text{،} \quad \text{ق ط}' = \text{ل}_2 - \text{ص}$

$$\text{ق ط} = \text{ل}_1 - \text{ص} \text{،} \quad \text{ط}'\ \text{ن} = -\text{ل}_2$$

$$\therefore \quad \text{مہ} = \frac{\text{ط ن}}{\text{ق ط}} \times \frac{\text{ق ط}'}{\text{ط}'\ \text{ن}}$$

$$= \frac{-\text{ل}_1(\text{ل}_2 - \text{ص})}{-\text{ل}_2(\text{ل}_1 - \text{ص})} = \frac{\text{ل}_1(\text{ل}_2 - \text{ص})}{\text{ل}_2(\text{ل}_1 - \text{ص})}$$

∴ مه = ل۱ (ل۲ - ص) / ل۲ (ل۱ - ص)

∴ ل۱ ل۲ - ل۱ ص = مه ل۱ ل۲ - مه ل۲ ص

∴ مه ل۲ ص - ل۱ ص = مه ل۱ ل۲ - ل۱ ل۲

∴ ل۱ ل۲ ص سے تقسیم کرنے پر

مه / ل۱ - ۱ / ل۲ = (مه - ۱) / ص

یہ ضابطہ ویسا ہی ہے جیسا کہ اس سے پیشتر ہم حاصل کر چکے ہیں۔

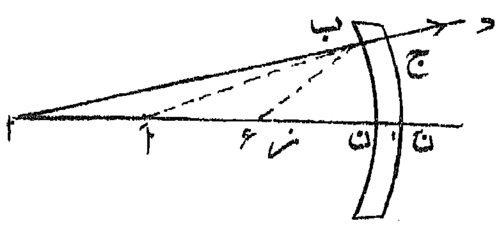
مه / خ - ۱ / ش = (مه - ۱) / ص

یہاں خ اور ش کی جگہ اب ل۱ اور ل۲ آگئے ہیں۔ لیکن یہ یاد رہے کہ ل۱ دراصل مماثل ہے ش کے اور ل۲ مماثل ہے خ کے۔

کروی عدسہ میں سے انعطاف

عدسہ میں سے انعطاف کو کسی قدر اہمیت حاصل ہے۔

فرض کرو کہ مر (شکل ۱۱۱) ایک کروی عدسہ ن ب ن' ک کا مرکز ہے۔ اور فرض کرو کہ ا ب ایک شعاع ہے جو عدسہ کے نقطہ ب پر واقع ہوتی ہے۔ ب پر



شعاع منعطف ہو جاتی ہے اور عدسہ میں راستہ ب ج اختیار کرتی ہے، پس وہ ۶ سے منبع معلوم ہوتی ہے۔ جب ج پر وہ خارج ہونے لگتی ہے تو پھر انعطاف لاحق ہوتا ہے۔ اور اب وہ راستہ ج د اختیار کرتی ہے، جس سے وہ ۲ سے منبع معلوم ہوتی ہے۔ پس نقطہ ۲ شخص ۱ کا زوجی ماسکہ ہوا۔

ع کا محل معلوم کرنے کے لئے اس سے پیشتر جو ضابطہ ہم نے اخذ کیا ہے اس کو استعمال کریں گے۔

چنانچہ فرض کرو کہ نر ا = ل۱ ، نر ن = ص ، نر ع = ل۲

تو

$$\frac{مـه}{ل_1} - \frac{1}{ل_2} = \frac{مـه - 1}{ص}$$

جہاں مـه = بیرونی واسطے سے عدسہ میں انعطاف نما۔

اَ کا محل معلوم کرنے کے لئے عدسہ کی دوسری سطح پر انعطاف لینا چاہیئے۔

پس اگر نر اَ = لَ۲ تو

$$\frac{\frac{1}{مـه}}{لَ_2} - \frac{1}{ل_2} = \frac{\frac{1}{مـه} - 1}{-ص}$$

مـه سے ضرب دینے پر

$$\frac{1}{لَ_2} - \frac{مـه}{ل_2} = \frac{مـه - 1}{ص}$$

ان مساواتوں کو جمع کرنے پر

$$\frac{مـه}{ل_1} - \frac{مـه}{لَ_2} = \frac{2\,مـه - 1}{ص}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{ل_1} - \frac{1}{لَ_2} = \frac{2\,مـه - 1}{مـه\,ص}$$

یا

$$\frac{1}{ل_2} - \frac{1}{ل_1} = -\frac{2(مـه - 1)}{مـه\,ص}$$

یہ اسی قسم کا ضابطہ ہے جیسا کہ ہم عدسہ کے لئے اس سے پیشتر حاصل کر چکے ہیں۔ یعنی

$$\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$$

پس نصف قطر ص کے کروی عدسہ کا ماسکی طول (جبکہ ص + ہو)

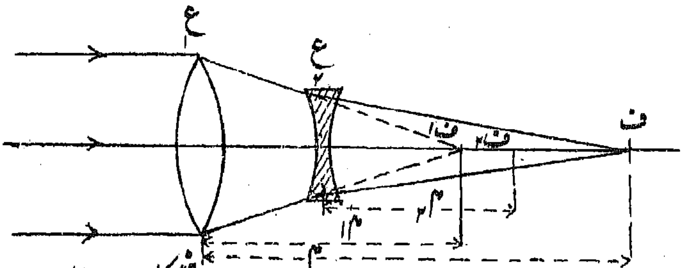
$$م = - \frac{مہ ص}{۲ (مہ - ۱)}$$ ہوگا۔

کروی عدسہ میں یہ خوبی ہوتی ہے کہ ان میں سے ہر خط صدر محور گردانا جاسکتا ہے اور اوپر کا ضابطہ ہر قطر پر انعطاف کے لئے صحیح ہوگا۔ پس عدسہ کا ماسکی مستوی ایک کروی سطح ہوگا جو عدسہ کی سطح سے ہم مرکز ہوگا۔ اور اس کا نصف قطر عدسہ کے طول ماسکہ کے مساوی ہوگا۔

دُور عکاسی عدسہ

کسی دور کے شخص کے خیال کو بڑے سے بڑا حاصل کرنے کے لئے ضروری ہے کہ عدسہ کا طول ماسکہ بڑے سے بڑا لیا جائے۔ بنا بریں یہ ضروری ہوجاتا ہے کہ ایک بڑا طول طویل عکسالہ استعمال کیا جائے؛ کیونکہ عکسالہ کا طول عدسہ کے طول ماسکہ کے تقریباً مساوی ہونا چاہیئے۔

یہ دقت دور عکاسی عدسے سے دُور ہوجاتی ہے۔ (شکل ۱۱۸) شکل میں ایک



شکل ۱۱۸

محدب عدسہ ع اور ایک مقعر عدسہ ع کی ترکیب دکھلائی گئی ہے۔ ہر دو کے درمیان فصل د ہے۔ مستدق عدسہ دور کے ایک شخص کا خیال اپنے ماسکہ ف سے ذرا ادھر بنائے گا۔ لیکن مقعر عدسہ کی وجہ سے خیال بالآخر ف پر بنتا ہے۔ ف پر جو خیال بنتا اس سے ف پر بننے والا خیال بڑا ہوتا ہے۔ اس طریقہ پر عدسوں کے نظام کی تکبیر عکسالہ کے طول کو بڑھائے بغیر بڑھ جاتی ہے۔

اسطوانی عدسے

فرض کرو کہ شیشے کے ایک پتلے ٹکڑے کی سطحیں اسطوانہ ہیں، جن کے محور ایک دوسرے کے متوازی ہیں۔ شیشے کے ایسے ٹکڑے کو اسطوانی عدسہ کہتے ہیں۔

اگر ہر دو محور کے علی القوائم ایک مستوی سے ایسے عدسہ کی ایک تراش بنائی جائے تو تراش کی شکل ویسی ہی ہوتی ہے جیسے کروی سطحوں والے عدسہ کی۔ بنا بریں اس مستوی میں کسی نقطہ سے تسع شعاعوں کی ایک پنسل کو عدسہ ماسکہ میں لے آتا ہے۔ برخلاف اس کے اگر محوروں کے متوازی کسی مستوی سے عدسہ کی تراش لی جائے تو اس کی شکل ایسی ہی ہوتی ہے جیسے متوازی کناروں والی کسی تپلی تختی کے تراش کی۔ بنا بریں اس مستوی میں جو پنسل لی جائے گی اس پر عدسہ کا کوئی عمل نہ ہوگا۔

پس اسطوانی عدسہ سے صرف انھیں خطوط کے خیال بنتے ہیں جو اس کی سطحوں کے محوروں کے متوازی ہوں۔ اگر ایسا عدسہ تخت مناظر (دیکھو آٹھواں باب) پر اس طرح رکھا جائے کہ اس کے محور کسی ایک صلیبی تار کے متوازی ہوں۔ تو اس تار کا ایک بہت واضح خیال بن جاتا ہے۔ لیکن دوسرے تار کا خیال نہیں بنتا۔ جہاں تک دوسرے تار کا تعلق ہے عدسہ کی حیثیت محض ایک مستوی متوازی تختی کی ہوتی ہے۔

اس قید کو ملحوظ رکھا جائے تو پھر اسطوانی عدسوں کے طول ماسکہ تخت مناظر پر اسی طرح دریافت کئے جا سکتے ہیں جس طرح کہ کروی عدسوں کے۔

عدسوں کے اطلاقات

(۱) **حرارت کا انعطاف:** سورج کی شعاعوں کی ایک پنسل جب کسی مستدق عدسہ پر واقع ہوتی ہے، تو اس کے ماسکہ پر نہ صرف روشنی مرتکز ہوتی ہے بلکہ حرارت بھی مرتکز ہوتی ہے۔ چنانچہ اگر ماسکہ پر روئی یا کاغذ جیسی جلنے والی چیز رکھی جائے تو وہ جل اٹھتی ہے۔

مستدق عدسوں کی یہ خاصیت آگ پیدا کرنے کے کام میں لائی جاتی ہے۔ اسی بنا پر یہ آتشی عدسے یا آتشی شیشے کہلاتے ہیں۔ سورج کی متوازی شعاعیں جب عدسہ پر پڑتی ہیں تو بعد انعطاف عدسہ کے ماسکہ میں سے گزرتی ہیں۔ چنانچہ وہاں سورج کا ایک خیال بن جاتا ہے۔ یہی خیال مبدء آتش ہو جاتا ہے اور اس طرح خطرہ کا باعث بن جاتا ہے۔ یہی خطرہ اس وقت بھی پیدا ہوتا ہے جبکہ شیشے کے کروی ظروف پانی سے بھرے جاتے ہیں کیونکہ وہ روشنی اور حرارت کو محدب الطرفین عدسوں کی طرح منعطف کر دیتے ہیں۔ چنانچہ مچھلیوں کے رکھنے کا ایک ظرف آتشی شیشہ بن گیا اور اس کے پاس کھڑکی کا جو پردہ تھا اس میں اسی کی وجہ سے آگ لگ گئی۔ درختوں کی پتیوں پر پانی کے قطرے بھی سورج کی شعاعوں کو مرتکز کر دیتے ہیں جس سے پتیوں

پریشان پڑجاتے ہیں۔

سورج کی حرارتی شعاعوں کے ارتکاز سے دھوپ گھڑیوں میں ایک عجیب کام یہ لیا جاتا ہے کہ اس سے ٹھیک دوپہر کو ایک توپ سر ہوجاتی ہے۔ توپ کے اوپر عدسہ رکھا جاتا ہے، جس کا ماسکہ ٹھیک توپ کے رنجک پر ہوتا ہے۔ پس جس وقت سورج نصف النہار پر ہوتا ہے تو اس کی حرارتی شعاعیں عدسہ سے مرتکز ہوکر رنجک میں رکھی ہوئی بارود کو مشتعل کردیتی ہیں اور توپ سر ہوجاتی ہے۔

اس طرح سے جو وقت حاصل ہوتا ہے اس کو فلکیات میں **شمسی وقت یا وقت صحیح** کہتے ہیں۔ اس میں دن کی مدت متغیر ہوتی رہتی ہے۔ لیکن ہماری گھڑیاں اوسط وقت بتلاتی ہیں یعنی اس میں دن کی مدت غیر متغیر رہتی ہے۔ سال میں صرف چار دفعہ یہ دونوں وقت متفق ہوجاتے ہیں یعنی ۲۴ر دسمبر، ۱۵ر اپریل، ۱۵ر جون اور یکم ستمبر کو۔

۱۱ر فروری کو اوسط وقت بتلانے والی گھڑی بقدر ۱۴′ ۲۷″ کے سورج سے تیز تر ہوتی ہے اور ۳ر نومبر کو ۱۶′ ۱۷″ پیچھے ہوتی ہے۔ بنا بریں "مساوات وقت" سے مراد وہ مقدار وقت ہے جو سال کے تمام دنوں میں "وقت ساعت" میں جمع یا اس سے تفریق کرنا پڑتی ہے تاکہ صحیح وقت معلوم ہوسکے۔

یہی اصول "دھوپ ناپ" میں بھی کام میں لایا جاتا ہے۔ اس میں شیشہ کا ایک کرہ ہوتا ہے جس پر سورج کی شعاعیں پڑتی ہیں۔ اُن کے خیال فریم پر چڑھی ایک پٹی پر پڑتے ہیں۔ پٹی مناسب ماسکی فاصلے پر رکھی جاتی ہے۔ جب سورج نکلتا ہے اور چمکتا ہے تو اس کی ضو سے ایک نشان پٹی پر جل کر بن جاتا ہے، لیکن جب سورج بادلوں میں چھپ جاتا ہے یا غروب ہونے لگتا ہے تو اس وقت یہ نشان نہیں بنتا، سورج کی حرکت کے ساتھ ساتھ نشان بھی ہٹتا جاتا ہے۔ اس طرح نشانوں کا ایک سلسلہ بن جاتا ہے اور اگر سورج برابر چمکتا رہے تو نشانوں سے ایک خط بن جاتا ہے۔

بروسٹر نے ایک ایسے عدسہ کا ذکر کیا ہے جس کا قطر ۳ فٹ کا تھا۔ شعاعیں اس میں سے گزر کر ایک دوسرے عدسہ پر پڑتی تھیں جس کا قطر ۱۳″ کا تھا۔

سورج کی شعاعیں بڑے عدسے سے ۳′ ۶″ کے فاصلہ پر ماسکہ میں لائی جاتی ہیں، اس سے تقریباً $\frac{3}{8}$″ قطر کا ایک چھوٹا سا دائرہ بن جاتا ہے۔ اس مقام پر حرارت اتنی

تیز ہوتی ہے کہ دھاتیں تک چند ثانیوں میں پگھل جاتی ہیں۔

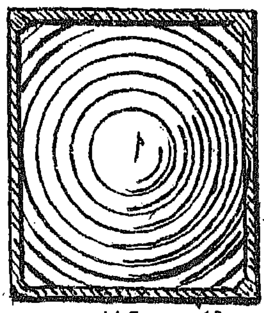
منارہ نور

سمندر کے ساحل پر یا کسی منفرد چٹان پر جو منارہ نور بنائے جاتے ہیں اُن کا مقصد یہ ہوتا ہے کہ ان سے روشنی کی ایسی شعاعیں نکلیں جو بہت دور سے دکھائی دیں تاکہ تاریکی میں ملاحوں کی رہنمائی ہوسکے اور وہ خطرہ سے محفوظ رہ سکیں۔

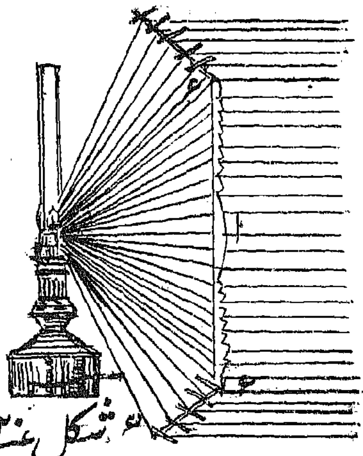
سابق میں تیل کے لمپ استعمال کئے جاتے تھے اور ان کو کسی مکافی عاکس کے صدر یا سکہ پر رکھا جاتا تھا، جس سے منعکس شعاع متوازی ہوکر نکلتی تھی اور بہت دور سے دکھاتی دیتی تھی۔

۱۸۲۲ء میں فرنیل نے نور کے مناروں کی تنویر میں ایک زبردست اصلاح یہ کی کہ دھاتی عاکسوں کے بجائے، جو جلد زنگ آلود ہوجاتے تھے، اس نے بڑے مستوی محدب عدسے استعمال کئے۔ اس کے ماسکہ پر اس نے چار ہم مرکز بتیوں والے طاقتور لمپ رکھے۔ یہ لمپ تنویری طاقت اور تیل کے صرف کے اعتبار سے ۱۷ کارسلی لمپوں (......) کے مساوی تھے۔ لیکن اس قسم کے عدسوں کے بنانے میں بڑی دقتوں کا سامنا تھا، کیونکہ عدسوں کا بڑا ہونا بھی ضروری تھا اور ساتھ ہی دبازت بھی زیادہ نہ ہوتی تھی۔ ورنہ اندیشہ تھا کہ روشنی کا بڑا حصہ ان ہی میں جذب ہوکر رہ جائے گا۔ بنا برین فرنیل نے عدسوں کا ایک خاص نظام استعمال کیا جن کو نردبانی یا مناری عدسے کہتے ہیں۔

شکل ۱۱۹ میں یہ عدسے سامنے سے دکھلائے گئے ہیں اور شکل ۱۲۰ میں یہی عدسے پہلو سے دکھلائے گئے ہیں۔ عدسوں کا یہ نظام مشتمل ہوتا ہے ایک مستوی محدب عدسہ ۱ پر



شکل ۱۱۹



شکل ۱۲۰

جس کا قطر ایک فٹ ہوتا ہے۔ اس کے گرد آٹھ یا دس شیشے کے حلقے ہوتے ہیں۔ یہ حلقے بھی مستوی محدب ہوتے ہیں۔ ان سب کے انحنا ایسے رکھے جاتے ہیں کہ سب کا ماسکہ وہی ہو جو مرکزی عدسہ کا ہے۔ اس انعطافی نظام کے ماسکہ پر ایک لمپ رکھا جاتا ہے۔ عدسوں کے اوپر اور نیچے چاندی کی قلعی کے آئینے ع ع رکھے جاتے ہیں۔ اس طرح جو شعاعیں اِدھر اُدھر منتشر ہو جاتیں اُن کو یہ آئینے روک کر اُفقی سمت میں بھیج دیتے ہیں۔ اس دُہری ترکیب سے روشنی کی ایک زبردست افقی شعاع حاصل ہوتی ہے۔ جو ۲۰ یا ۳۰ میل تک دکھائی دیتی ہے، البتہ صرف ایک سمت میں، ایک سمت کے بجائے متعدد سمتوں میں روشنی کے دکھائی دینے کے لئے فرنیل نے مذکورہ بالا عدسوں اور آئینوں کے ایک نظام کے بجائے ایسے آٹھ نظام استعمال کئے، جس سے شیشے کا ایک زبردست ہشت پہل ہرم بن گیا۔

.... اس میں منارہ نور کے لئے سب سے بڑا عدسہ استعمال کیا گیا۔ عدسوں اور آئینوں کا نظام ہی کوئی دس فٹ بلند ہے۔

اس قسم کا مناری عدسہ افق کی آٹھ سمتوں میں روشنی بھیجتا ہے۔ اور بقیہ سمتیں روشنی سے محروم رہتی ہیں۔ پس جو جہاز ان تاریک سمتوں میں ہوں گے اُن کو منارہ نور سے کوئی روشنی نہ پہنچے گی۔ اس وقت کو فرنیل نے ایک بہت سادہ صنعت سے دور کردیا۔

گھڑی کی ایک کل، جس کو ایک وزن حرکت دیتا ہے، آئینوں کے نظام میں ایک خفیف گردش حرکت پیدا کر دیتا ہے۔ ایک کامل گردش میں ہر سمت باری باری سے منور ہو جاتی ہے پس تاریکی میں ملاح کو روشنی معین وقفوں پر چمکتی اور غائب ہوتی دکھلائی دیتی ہے۔ اسی وجہ سے یہ روشنی ستارے کی روشنی سے ممتاز ہو جاتی ہے۔ اسی طرح کسی دوسرے جہاز کی روشنی سے بھی امتیاز ممکن ہو جاتا ہے۔

ایک مدت معینہ میں روشنی جتنی مرتبہ غائب ہوتی ہے اس سے اور نیز روشنی کے رنگ سے جہازراں ایک منارہ کی روشنی کو دوسرے کی روشنی سے تمیز کر لیتے ہیں اور اس طرح اُن کو اپنا محل معلوم ہو جاتا ہے۔

جب سے برقی روشنی کا چرچا ہوا ہے اس وقت سے تیل کے لمپوں کی بجائے برقی لمپ استعمال ہونے لگے ہیں۔

مشقی سوالات

(۱) ۶" نصف قطر کا شیشے کا ایک مجوف کرہ پانی سے بھرا جاتا ہے۔ اگر کرہ کی سطح سے ۴" اندر کوئی نقطہ ہو تو کرے کے نصف قطر کی سمت میں دیکھنے سے وہ نقطہ کہاں نظر آئے گا؟

$$\frac{\text{مہ}}{\text{خ}} - \frac{\text{۱}}{\text{ش}} = \frac{\text{مہ} - \text{۱}}{\text{ص}} \text{، مہ} = \frac{\text{۳}}{\text{۴}} \text{، ش} = \text{۴"} \text{، ص} = \text{۶"}$$

$$\therefore \frac{\text{۳}}{\text{۴خ}} = \frac{\text{۱}}{\text{۴}} - \frac{\text{۱}}{\text{۲۴}} = \frac{\text{۵}}{\text{۲۴}} \quad \therefore \text{۲۰خ} = \text{۷۲} \quad \therefore \text{خ} = \text{۳ی۶"}$$

(۲) ۶ سمر اونچا ایک شخص ایک پتلے محدب عدسے سے ۱۲۰ سمر کے فاصلہ پر ہے۔ خیال عدسے کی دوسری جانب ۴۰ سمر کے فاصلے سے بنتا ہے۔ عدسہ کا طول ماسکہ دریافت کرو۔ خیال کی قامت کیا ہوگی؟

$$\frac{\text{۱}}{\text{م}} = \frac{\text{۱}}{\text{خ}} - \frac{\text{۱}}{\text{ش}} \text{، خ} = -\text{۴۰ سمر، ش} = \text{۱۲۰ سمر}$$

$$\therefore \frac{\text{۱}}{\text{م}} = -\frac{\text{۱}}{\text{۴۰}} - \frac{\text{۱}}{\text{۱۲۰}} = -\frac{\text{۴}}{\text{۱۲۰}} = -\frac{\text{۱}}{\text{۳۰}} \quad \therefore \text{م} = -\text{۳۰ سمر}$$

$$\text{تکبیر} = \frac{\text{خیال}}{\text{شخص}} = \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = \frac{\text{۴۰}}{\text{۱۲۰}} = \frac{\text{۱}}{\text{۳}} \quad \therefore \text{خیال} = \text{شخص} \times \frac{\text{۱}}{\text{۳}} = \frac{\text{۱}}{\text{۳}} \times \text{۶} = \text{۲ سمر}$$

(۳) ایک محدب عدسہ (م = ۲۰ سمر) کے سامنے کسی شخص کو کہاں رکھنا چاہیئے کہ خیال شخص سے ۴ گنا بڑا بنے (۱) جبکہ خیال حقیقی ہو (ب) جبکہ خیال مجازی بنے؟

(۱) $\frac{\text{خ}}{\text{ش}} = -\text{۴} \quad \therefore \text{خ} = -\text{۴ش}$

$$\therefore -\frac{\text{۱}}{\text{۴ش}} - \frac{\text{۱}}{\text{ش}} = -\frac{\text{۱}}{\text{م}} = -\frac{\text{۱}}{\text{۲۰}} \quad \therefore \frac{\text{۵}}{\text{۴ش}} = \frac{\text{۱}}{\text{۲۰}} \quad \therefore \text{ش} = \text{۲۵ سمر}$$

$$(\text{ب})\quad \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = +۴ \qquad \therefore = ۴\,\text{ش}$$

$$\therefore \frac{1}{۴\text{ش}} - \frac{1}{\text{ش}} = -\frac{1}{\text{م}} = -\frac{1}{۲۰} \quad \therefore \frac{۳}{۴\text{ش}} = \frac{1}{۲۰} \quad \therefore \text{ش} = ۱۵\ \text{سم}$$

(۴) ایک محدب الطرفین عدسہ شیشے کا بنا ہے جس کا انعطاف نما $\frac{۳}{۲}$ ہے۔ سامنے کی سطح کا نصف قطر انحنا ۱۰ سم ہے اور پچھلی سطح کا ۲۰ سم۔ طول ماسکہ دریافت کرو۔

$$\frac{1}{\text{م}} = (\text{مہ} - ۱)\left(\frac{1}{\text{ص}_۱} - \frac{1}{\text{ص}_۲}\right) = -(\text{مہ} - ۱)\left(\frac{1}{\text{ص}_۱} + \frac{1}{\text{ص}_۲}\right)$$

$$= -\left(\frac{۳}{۲} - ۱\right)\left(\frac{1}{۱۰} + \frac{1}{۲۰}\right) = -\frac{1}{۲}\left(\frac{۳}{۲۰}\right) = -\frac{۳}{۴۰}$$

$$\therefore \text{م} = -\frac{۴۰}{۳} = -۱۳٫۳۳\ \text{سم}$$

(۵) ۳ سم طول کا ایک شخص ۲۰ سم طول ماسکہ کے ایک مقعر عدسہ سے ۱۰ سم کے فاصلہ پر رکھا ہے۔ خیال کی نوعیت اور قامت دریافت کرو۔

$$\frac{\text{خیال}}{\text{شخص}} = \frac{\text{م}}{\text{ص} + \text{م}} = \frac{۲۰}{۲۰ + ۱۰} = \frac{۲}{۳}$$

$$\therefore \text{خیال} = \frac{۲}{۳} \times \text{شخص} = \frac{۲}{۳} \times ۳ = ۲\ \text{سم}$$

∴ خیال کی قامت = ۲ سم، نوعیت میں خیال مجازی اور سیدھا ہے۔

(۶) ایک شخص ۴ سم طول ماسکہ کے ایک محدب عدسہ کو اپنی آنکھ کے قریب رکھتا ہے اور ۲ سم کے فاصلہ پر رکھی ہوئی ایک چیز کو دیکھنا چاہتا ہے تکبیر کیا ہوگی؟

(۷) ایک محدب عدسہ آنکھ کے قریب ہے۔ محدب عدسہ سے ۲ سم کے فاصلے پر ایک شخص آنکھ کو ۵ گنا بڑا نظر آتا ہے۔ عدسہ کا طول ماسکہ کیا ہے؟

(۸) ایک عدسہ سے ایک شخص ۳۰ سم کے فاصلہ پر ہے۔ اگر عدسہ کی شخص والی جانب ایک مجازی خیال عدسہ سے ۲۰ سم کے فاصلہ پر بنے تو عدسہ کا طول ماسکہ اور اس کی نوعیت دریافت کرو۔

(۹) ۱۰ سم اونچا ایک شخص ایک مقعر عدسہ (م = ۳۰ سم) سے ۲۰ سم پیچھے رکھا جاتا ہے۔

خیال کا محل اور اس کی قامت دریافت کرو۔

(۱۰) ایک مقعر عدسہ سے ایک شخص ۳۰ سمر کے فاصلہ پر ہے۔ عدسہ میں سے دیکھنے پر شخص چوتھائی قامت کا نظر آتا ہے۔ عدسہ کا طول ماسکہ کیا ہے؟

(۱۱) ایک محدب عدسہ کا طول ماسکہ ۲۴ سمر ہے۔ اگر ایک شخص عدسہ سے (ا) ۶۰ سمر (ب) ۱۲ سمر کے فصل پر ہو اور شخص ا سمر بلند ہو تو خیال کے محل، ان کی نوعیت اور قامت دریافت کرو۔

(۱۲) ایک مقعر عدسہ کا طول ماسکہ ۳۰ سمر ہے۔ اگر کوئی شخص اس سے ۴۰ سمر کے فاصلے پر ہو اور ا سمر اونچا ہو تو خیال کا محل، اس کی قامت اور نوعیت دریافت کرو۔

(۱۳) ایک عدسے کے دونوں رخوں کے نصف قطر انحنا ۱۰، اور ۲۰ سمر ہیں۔ جس شیشے کے وہ بنے ہیں۔ اس کا انعطاف نما ۱ء۵ ہے۔ اگر (ا) عدسہ محدب الطرفین ہو۔ (ب) محدب ہلالہ ہو تو ہر دو صورتوں میں طول ماسکہ کیا ہوں گے؟

(۱۴) ۴ ً قطر کے شیشے کے ایک کرہ میں ہوا کا ایک بلبلہ سطح سے ۱ ً کے فاصلے پر نظر آتا ہے، جبکہ بلبلہ اور مرکز کرہ کو ایک خط پر رکھ کر اسے دیکھا جائے۔ اگر شیشہ کا انعطاف نما ۱ء۵ ہو تو سطح سے بلبلہ کا صحیح فاصلہ کیا ہے؟

(۱۵) ۴ سمر نصف قطر کے پیتل کے ایک کرے پر ۶ سمر بیرونی نصف قطر کا شیشہ کا ایک خول چڑھا ہے۔ یہ خول کتنا موٹا نظر آئے گا؟

(۱۶) ایک محدب عدسہ سے شخص کا خیال ن گنا بنتا ہے۔ ثابت کرو کہ عدسہ سے شخص کا فاصلہ $\frac{ن + ۱}{ن}$ م ہے۔

(۱۷) ایسے عدسہ کا طول ماسکہ دریافت کرو جو ۲۰ سمر اور ۳۰ سمر طول ماسکہ کے دو پتلے محدب عدسوں کے معادل ہو، جبکہ وہ ملا کر رکھے گئے ہوں۔

(۱۸) ۱۲ سمر طول ماسکہ کا ایک محدب عدسہ ایک مقعر عدسہ سے ملا کر رکھا جاتا ہے۔ مرکب عدسہ کا طول ماسکہ ۴۲ سمر حاصل ہوتا ہے۔ مقعر عدسہ کا طول ماسکہ دریافت کرو۔

(۱۹) ایسے عدسہ کی طاقت دریافت کرو جس کو ۲۰ سمر طول ماسکہ کے ایک استدقاقی عدسہ سے ملایا جائے تو مرکب عدسہ کی طاقت ۳ لیصریہ ہو۔

(۲۰) ۶ بصریہ کا ایک استدقاقی عدسہ ۲ لیصریہ کے ایک التماعی عدسہ سے ملایا جاتا ہے۔ مرکب کی

طاقت اور طول ماسکہ دریافت کرو۔

(۲۱) اگر کسی مستوی محدب عدسہ کی محدب سطح کا نصف قطر انحناء ۰ء۴ سمر ہو اور اس کا انعطاف نما ۱ء۵۲۳ ہو تو اس کا طول ماسکہ دریافت کرو۔

(۲۲) ۰ء۴ گ طول ماسکہ کے ایک محدب عدسہ کے محور پر ایک تیر ہے جس کا وسطی نقطہ عدسے سے ۰ء۳ گ کے فاصلہ پر ہے۔ تیر کا طول ۲ گ ہے۔ خیال کا طول کیا ہوگا۔؟

(۲۳) ثابت کرو کہ کسی محدب عدسہ میں شخص اور خیال کے درمیان اقل فاصلہ عدسہ کے طول ماسکہ کا ۴ گنا ہوتا ہے۔

(۲۴) ایک محدب عدسہ ایک مقعر عدسہ کے ساتھ ملایا گیا تو ۸۰ سمر کے فصل پر ایک شخص کا خیال ۰ء۱۵ سمر پر بنا۔ اگر محدب عدسہ کا طول ماسکہ ۰ء۱ سمر ہو تو مقعر عدسہ کا طول ماسکہ کیا ہوگا؟

(۲۵) ایک محدب عدسہ اور ایک مقعر عدسہ، ہر ایک کا طول ماسکہ ۰ء۱ سمر ہے۔ دونوں عدسے ۵ سمر کے فصل سے ایک محور پر رکھے جاتے ہیں۔ ایک شخص محدب عدسے سے ۲۰ سمر کے فاصلے پر ہے۔ تو مرکب عدسہ سے جو خیال بنتا ہے اس کا محل دریافت کرو۔

(۲۶) اگر شیشے کے ایک مقعر الطرفین عدسہ کا طول ماسکہ ہوا میں ۸ گ ہو تو ایسے ہوائی عدسے کا طول ماسکہ دریافت کرو جو ایک ہی نصف قطر انحناء کی شیشے کی دو سطحوں سے گھرا ہو۔ شیشہ کا انعطاف نما ۱ء۵ ہے۔

آٹھواں باب

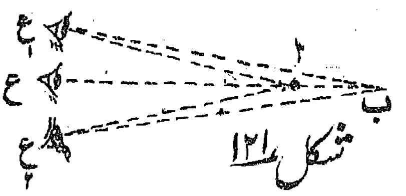
مناظری پیمائشیں

اس باب میں ہم اُن چند تجربی طریقوں کا ذکر کریں گے جن سے گزشتہ ابواب میں بیان کردہ مناظری مقداروں کی پیمائش ہو سکے۔ تجربی تفصیلات مفصل طور پر نہیں بیان کی جائیں گی، اِن تفصیلات کو دیکھنا ہو تو طبیعیات عملی کی کسی کتاب کو دیکھنا چاہیئے۔

خیالوں کے محل معلوم کرنا آئینہ یا عدسے سے جو خیال بنتا ہے اس کو اختلاف منظر کے طریقے سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

اختلاف منظر اگر مقام ع سے کوئی مشاہد شخصوں ا اور ب کو دیکھے تو ا اور ب کے خیال اس کے شبکیہ پر منطبق ہو جائیں گے، اس وقت یہ بتلانا ممکن نہیں کہ دونوں میں سے کون قریب تر ہے۔ (شکل ۱۲۱)

باینہمہ اگر مشاہد اپنی وضع بدل کر ع یا ع کر دے تو پھر ا اور ب کی اضافی وضعیں دریافت کی جا سکتی ہیں۔ بعید تر شخص (ب) شخص (ا) کے اسی جانب حرکت کرتا معلوم ہوگا جدھر کہ مشاہد نے حرکت کی ہے۔ اس ظاہری حرکت کو اختلاف منظری حرکت کہتے ہیں۔ اور یوں کہا جاتا ہے کہ ا اور ب کے درمیان اختلاف منظر ہے۔



شکل ۱۲۱

یہ بالکل عیاں ہے کہ اگر ا اور ب بالکل ایک دوسرے پر منطبق ہوں یا ع سے مساوی فاصلے پر ہوں تو پھر ا اور ب کے درمیان اختلاف منظر نہیں ہو سکتا۔

خیال کا محل کسی خیال کا محل معلوم کرنے کے لئے کسی سلائی یا نمایندہ کو اس وضع میں رکھنا چاہیئے جہاں خیال نظر آتا ہے۔ پھر نمایندہ کو ادھر ادھر ہٹانا چاہیئے تاآنکہ خیال اور نمایندہ کے درمیان اختلاف منظر باقی نہ رہے۔ تو نمایندہ اور خیال دونوں ایک دوسرے پر منطبق ہوں گے۔

اس طریقے سے مجازی خیالوں کا محل معلوم کرنے کے لئے ترتیب ایسی اختیار کرنا چاہیئے جس سے خیال اور نمایندہ دونوں ایک ہی وقت نظر آئیں۔ اس کی صورت یہ ہوتی ہے کہ نمایندہ اتنا لمبا لیا جاتا ہے کہ مجازی خیال بنانے والے آئینہ یا عدسے کے کنارے کے اوپر سے نظر آئے۔

کسی منور جسم کے حقیقی خیال کا محل معلوم کرنے کے لئے سادہ ترین طریقہ یہ ہے کہ خیال کو کسی پردے پر لیا جائے جب خیال پردے پر واضح طور پر نظر آتا ہے تو پردے اور خیال کی وضعیں ہم محل ہوتی ہیں۔

تخت مناظر اکثر مناظری تجربوں کے لئے ایک ایسے آلے کی ضرورت ہوتی ہے جس کو تخت مناظر کہتے ہیں۔

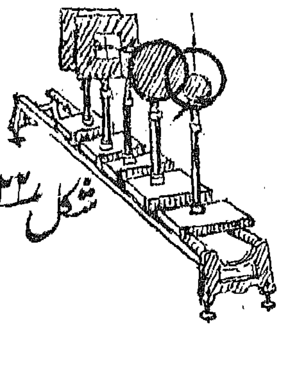
تخت مناظر دو قسم کے ہوتے ہیں۔ ایک افقی دوسری انتصابی۔ افقی تخت مناظر اکثر معملوں میں استعمال ہوتا ہے۔ اور انتصابی تخت مناظر بھی استعمال ہونے لگا ہے۔

اس میں خوبی یہ ہے کہ اس سے اکثر مناظری تجربے آسانی اور صحت کے ساتھ انجام دیئے جاسکتے ہیں۔ اس کو ہم نے علیحدہ ضمیمہ میں بیان کیا ہے۔

اس لئے یہاں ہم صرف افقی تخت مناظر کو بیان کریں گے۔

طبیعیات کے اکثر معملوں میں جو تخت مناظر عام طور پر استعمال کیا جاتا ہے اس کی تشریح حسب ذیل ہے۔

تخت مناظر دھات کی دو دو سیدھی لمبی سلاخوں پر مشتمل ہے (شکل ۱۲۲) ہے۔ جو پیچ دار پایوں پر قائم ہیں۔ سلاخیں دو دو میٹر لمبی ہیں



شکل ۱۲۲

سامنے کی سلاخ پر پیمانہ کندہ ہوتا ہے۔
ہر تختِ مناظر کے ساتھ چند ایستادہ ہوتے ہیں جن میں عدسے، آئینے وغیرہ نصب کئے جاتے ہیں۔ یہ ایستادے سلاخوں کے مسطح ہونے کی صورت میں اُن پر آسانی سے حرکت کر سکتے ہیں۔ ہر ایک ایستادے کے پایہ کے اس پہلو پر، جو درجہ دار سلاخ پر رہتا ہے ایک نشان بنا ہوتا ہے جس کی بدولت ایستادے میں نصب کردہ عدسہ یا آئینے وغیرہ کا محل پیمانہ پر پڑھا جا سکتا ہے۔
مبدء کے لئے صلیبی تار استعمال کئے جاتے ہیں جو ایک ایستادہ میں نصب ہوتے ہیں۔ تاروں کے پیچھے روشنی، بالعموم برقی روشنی ہوتی ہے تاکہ ضرورت سے زیادہ روشنی عدسوں یا آئینوں وغیرہ پر نہ پڑے۔ خیال حاصل کرنے کے لئے ایک پردہ استعمال کیا جاتا ہے، جو شیشے کا بنا ہوتا ہے اس کا ایک رخ سُن ہوتا ہے۔ اور دوسرا چکنا۔ سُن رخ پر خیال بنتا ہے جو چکنے رخ سے دیکھا جاتا ہے۔ مقعر آئینوں کے لئے صرف نصف پردہ استعمال کیا جاتا ہے تاکہ پردے کے فریم میں جو حصہ خالی رہ گیا ہے اس سے روشنی آئینے پر واقع ہو کر دوسرے نصف میں خیال بنائے جہاں پردہ لگا ہوتا ہے۔

آئینوں کے ماسکی طول

مقعر آئینہ کا طول ماسکہ :—

(۱) پہلا طریقہ :— پہلے طریقہ کا اصول یہ ہے کہ بہت دور کی کسی شئے مثلاً سورج کے خیال کا محل کیا جائے۔
چنانچہ آئینہ کو اس طرح رکھو کہ سورج کی شعاعیں اس پر عموداً واقع ہوں۔ پھر آئینہ کو ایک طرف ترچھا کر دو اور ایک کاغذ پر خیال حاصل کرو۔ کاغذ ایسے مقام پر رکھو کہ خیال ایک نقطہ سا رہ جائے۔ اس نقطہ پر حرارت بھی اتنی ہوتی ہے کہ کاغذ جل بھی جاتا ہے۔ بس کاغذ اور آئینہ کے درمیان کا فاصلہ آئینہ کا طول ماسکہ ہے۔
اس طریقہ سے طول ماسکہ بہت صحیح نہیں آتا، اس لئے طول ماسکہ کی دریافت کے لئے اس کو استعمال بھی نہیں کرتے۔ لیکن چونکہ اس سے طول ماسکہ کا ایک

سرسری اندازہ ہوجاتا ہے اس لئے کسی دوسرے طریقے سے طول ماسکہ دریافت کرنے سے قبل اس طریقہ سے طول ماسکہ کا ایک اندازہ کر لیتے ہیں۔

اگر سورج کی شعاعیں حاصل نہ ہوسکیں تو بتی سے بھی کام لیا جا سکتا ہے۔ مثلاً ایک بڑے کمرے میں ایک کنارے پر بتی رکھی جائے اور دوسرے کنارے پر آئینہ اور پھر کاغذ پر خیال لے کر چھوٹے سے چھوٹے اور واضح خیال کا محل دریافت کیا جائے۔

یہ بھی اگر ممکن نہ ہو تو پھر دور کے درختوں یا عمارتوں کا خیال حاصل کیا جائے۔ آئینہ سے واضح ترین خیال کا فاصلہ طول ماسکہ ہوگا۔

(۲) دوسرا طریقہ تختہ مناظر کے ایک ایستادہ پر ایک تختی ایسی لگاؤ جس کے بیچ میں ایک گول سوراخ ہو۔ اس سوراخ میں دو صلیبی تار لگے ہوں۔ ان صلیبی تاروں کے پیچھے ایک برقی لمپ رکھو۔ برقی لمپ پر ایک ایسا سوراخ دار ڈھکنا رکھو کہ صرف صلیبی تاروں پر روشنی پڑے۔ تاروں کے سامنے ایک ایستادہ پر آئینہ لگاؤ۔

آئینے سے جو خیال بنے اس کو سوراخ دار تختی پر حاصل کرو۔ آئینہ کو ادھر ادھر ہٹا کر وہ محل معلوم کرو جہاں سے آئینہ صلیبی تاروں کے یا ذو سوراخ کا ایک مساوی خیال بنائے۔

اس کے لئے آئینہ کو ذرا ترچھا کرنا پڑے گا، کیونکہ اگر آئینے کا محور تختہ مناظر کے متوازی ہوگا تو خیال سوراخ پر بنے گا اور نظر نہ آئے گا۔

پس اب آئینہ اور صلیبی تاروں کے درمیان فاصلہ آئینہ کا نصف قطر انحناء ہوگا جس کا نصف آئینہ کا طول ماسکہ ہوگا۔

(۳) تیسرا طریقہ سلائیوں سے :— اوپر کے طریقہ کو سوئیوں سے بھی انجام دے سکتے ہیں، چنانچہ تختہ مناظر پر ایک ایستادہ میں آئینہ لگاؤ۔ اس کے سامنے دوسرے ایستادہ میں ایک نوک دار سلائی ایسی لگاؤ کہ اس کی نوک اور آئینے کا قطب ایک ہی بلندی پر ہوں۔

اب سلائی کو آگے ہٹاؤ۔ اور آئینے کے سامنے سے ذرا دور سے دیکھو تو آئینے میں سلائی کا الٹا خیال نظر آئے گا۔ اس خیال اور سلائی میں اختلاف منظر دور

کروی مقام پر اختلاف منظر نہ رہے وہ آئینہ کا مرکزِ انحنا ہوگا۔ اس لیے آئینے سے اس کا فاصلہ مرکزِ انحنا ہوگا اور اس کا نصف طول ماسکہ۔

(۴) چوتھا طریقہ | زوجی طریقہ:۔ تختۂ مناظر کے ایک استادہ پر صلیبی تار نصب کرو، ایک پر پردہ، اور ایک پر آئینہ۔

پردہ بالعموم شیشے کا ہوتا ہے جس کا ایک رُخ رَوشن کر دیا جاتا ہے۔ اس تجربے کے لیے پورے پردے کے بجائے نصف پردہ استعمال کرنا چاہیئے۔

صلیبی تاروں سے روشنی ڈال کر آئینے سے خیال بناؤ اور اس کو پردے پر حاصل کرو۔ ضرورت ہو تو آئینہ کو ذرا سا ترچھا کر لو تاکہ پردے پر خیال واضح اور پورا نظر آئے۔ صلیبی تاروں اور آئینے کی مختلف وضعیں لے کر ش اور خ کی قیمتیں دریافت کرو اور حسبِ ذیل جدول میں درج کر کے م کی اوسط قیمت حاصل کرو۔

ش	خ	م

اگر ش اور خ کی بہت سی قیمتیں لی جائیں تو ان کی ترسیم بنائی جائے۔ یہ ترسیم مستقیم زائد ہوگی۔

(۵) پانچواں طریقہ | کروی پیما سے:۔ کروی پیما میں حسبِ ذیل ضابطہ استعمال کیا جاتا ہے۔

$$ن = \frac{ل^2}{6ف} + \frac{ف}{2}$$

جہاں ن = سطح کا نصف قطرِ انحنا

ل = دو بیرونی پایوں کے درمیان فاصلہ

ف = سطح کا قعر

پس اس ضابطہ کی مدد سے مقعر آئینہ کا نصف قطر دریافت کر لیا جائے تو اس کا نصف طول ماسکہ ہوگا۔

(۶) چھٹا طریقہ | مجازی خیال سے:۔ تختۂ مناظر پر ایک آئینہ نصب کرو۔

آئینہ کے سامنے ایک سلائی ایستادہ میں لگاؤ۔ سلائی کو آئینہ کے قطب اور ماسکہ کے درمیان رکھو تاکہ مجازی خیال حاصل ہو۔ اب آئینہ کے پیچھے ایک لمبی سلائی رکھو۔ اور اس لمبی سلائی اور مجازی خیال میں اختلاف منظر دور کرو۔ اس طرح مثق اور مخ کی پیمائش کر کے م کی قیمت حاصل کرو۔

اگر آئینہ کا سہوہ بڑا ہو تو کروی ضلالت کی وجہ سے ترتیب میں صحت مشکل سے پیدا ہوتی ہے۔ لہذا یا تو چھوٹے سہوہ کا آئینہ استعمال کیا جاتا ہے۔ یا پھر آئینہ کے قطب سے تھوڑی سی قلعی دُور کر دی جاتی ہے اور اسی طرح جو شفاف سوراخ بن جاتا ہے اس میں سے پیچھے کی سلائی کو دیکھ کر اختلاف منظر دور کیا جاتا ہے۔

(۷) ساتواں طریقہ | **گردشی محور سے**:۔ مقعر آئینے کے نصف قطر انحناء کے دریافت کرنے کا ایک آسان طریقہ گردشی میز کے ذریعہ سے ہے۔ یہ میز ایک چپٹی میز ہوتی ہے جو ایک انتصابی محور کے گرد گردش کر سکتی ہے۔

آئینہ کو میز پر اس طرح رکھا جاتا ہے کہ اس کا محور میز کے متوازی رہے۔ آئینہ کے قطب پر روشنائی کا ایک چھوٹا سا داغ یا سفوف لائکوپوڈیم کا ایک ذرّہ رکھ دیا جاتا ہے۔ پھر کم طاقت کی ایک دوربین سے اس داغ یا ذرہ کو دیکھا جاتا ہے۔ پھر آئینہ کو میز پر اس طرح ترتیب دیتے ہیں کہ میز کو گردش دینے پر داغ میں کوئی حرکت نظر نہ آئے۔ پس اس نقطہ کو میز کے محور گردش پر ہونا چاہیئے۔

اس کے بعد آئینے میں کسی دُور کی چیز کے انعکاس کو دوربین سے دیکھا جاتا ہے۔ اور پھر آئینہ کو اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ میز کو گردش دینے پر انعکاسی خیال میں کوئی حرکت نظر نہ آئے۔ یہ اس وقت ہوگا جبکہ مرکز انحناء میز کے محور گردش پر ہوگا، کیونکہ اس وقت گردش کا صرف اتنا ہی اثر ہوگا کہ آئینہ کی کروی سطح کے ایک حصہ کے بجائے دوسرا حصہ آ جائے گا جس سے انعکاسی خیال میں کوئی حرکت نہیں پیدا ہوگی۔

پس میز پر آئینے کے دونوں محلوں کے درمیانی فاصلہ نصف قطر انحناء ہوگا۔ اور حسب دستور اس کا نصف طول ماسکہ ہوگا۔

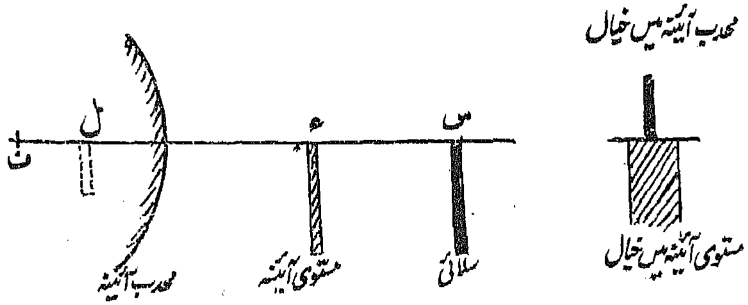
محدب آئینے | محدب آئینوں میں چونکہ خیال مجازی بنتا ہے اس لئے وہ طریقے یہاں کام میں نہیں لائے جا سکتے جن کا انحصار حقیقی خیال پر ہے۔ لہذا ذیل کے طریقے بیان کئے جاتے ہیں۔

(۱) پہلا طریقہ | یہ طریقہ وہی ہے جو مقعر آئینے کے لئے نمبر ۔۔ میں بیان ہوا ہے۔

(۲) دوسرا طریقہ | مستوی آئینے سے :- یہ طریقہ پہلے طریقے سے بہتر ہے اور عام طور پر بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ لہذا اس کو ہم ذرا تفصیل سے بیان کریں گے۔

تختۂ مناظر پر ایک ایستادہ میں محدب آئینہ نصب کرو۔ اس کے سامنے دوسرے ایستادہ پر ایک لمبی سلائی نصب کرو۔ تو آئینہ میں اس کا مجازی خیال نظر آئے گا۔ اب آئینہ اور سلائی کے درمیان ایک مستوی آئینہ اس طرح نصب کرو کہ مستوی آئینے کا اوپر کا کنارا اور محدب آئینہ کا قطب ایک ہی بلندی پر ہوں، اور مستوی آئینہ کا مستوی محدب آئینے کے محور کے علی القوائم ہو۔

اب سلائی کے پیچھے سے دیکھنے پر محدب آئینہ کا بالائی نصف حصہ دکھائی دے گا۔ زیرین نصف کو مستوی آئینہ ڈھک لے گا۔ مستوی آئینے کا رُخ سلائی کی طرف ہونا چاہیئے۔ سلائی کے دو خیال نظر آئیں گے۔ ایک محدب آئینے میں، دوسرا مستوی آئینے میں پہلا خیال دوسرے خیال سے چھوٹا ہوگا، جیسا کہ شکل ۱۲۳ میں داہنی طرف دکھلایا گیا ہے۔



شکل ۱۲۳

مستوی آئینے کو اب اس طرح ترتیب دینا چاہیئے کہ دونوں خیالوں میں اختلاف منظر باقی نہ رہے، یعنی جب آنکھ کو ادھر اُدھر حرکت دی جائے تو محدب آئینے والا خیال مستوی آئینے کے خیال کا تسلسل معلوم ہو۔ محدب آئینہ والا خیال ہمیشہ مستوی آئینے والے خیال کے وسط میں رہنا چاہیئے۔

جب یہ صورت ہوتی ہے تو مستوی آئینہ ء میں سلائی س کا خیال ل، ق پر محدب آئینے کے خیال سے منطبق ہوجاتا ہے۔

اب فاصلے ق س، ق ء، اور ء س ناپ لو اور دیکھو کہ ق س = (ق ء + ء س)۔ چونکہ ء مستوی آئینہ ہے اس لئے ء س = ء ل۔

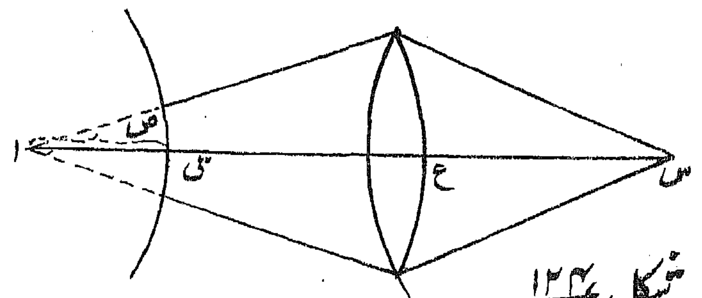
پس ق ل معلوم کرلو جو ء ل اور ق ء یا ء س اور ق ء کے فرق کے مساوی ہے۔

اب ہم کو ش = ق س اور خ = ق ل معلوم ہوگئے۔ پس ان قیمتوں کو ضابطہ میں درج کرکے م کی قیمت معلوم کرلو۔

(۳) تیسرا طریقہ محدب عدسہ سے :- جب کوئی مناسب محدب عدسہ سلائی اور محدب آئینہ کے درمیان رکھا جاتا ہے تو عدسہ کو اس طرح ترتیب دیا جاسکتا ہے کہ سلائی کا ایک حقیقی خیال خود سلائی سے منطبق ہوجائے

جب سلائی کی نوک اس کے خیال سے منطبق ہوجاتی ہے تو اس کے یہ معنے ہیں کہ سلائی سے چلنے والی شعاعیں محدب آئینے پر واقع ہونے کے بعد اسی راستے لوٹ آتی ہیں۔

اس کے لئے شرط یہ ہے کہ شعاعیں آئینہ پر عاداً واقع ہوں۔ یا بالفاظ دیگر شعاعیں



شکل ۱۲۴

عدسہ میں سے گزرنے کے بعد آئینے کے مرکز انحنا کی طرف مائل ہوں۔ (شکل ۱۲۴)
اگر ہم کو یہ معلوم ہو جائے کہ عدسہ میں سے گزرنے کے بعد شعاعیں کس نقطہ پر مستدق ہوتی ہیں تو ہم آئینہ کا مرکز انحنا دریافت کر سکتے ہیں۔

چنانچہ تختہ مناظر پر محدب آئینہ اور صلیبی تار نصب کرو۔ دونوں کے درمیان محدب عدسہ نصب کرو۔ تاروں سے روشنی عدسہ اور آئینہ پر ڈالو۔ عدسہ کو ادھر ادھر ہٹا کر وہ مقام معلوم کرو جہاں تاروں کا خیال تاروں کے بازو میں بنے۔ اب آئینہ اور عدسہ کے درمیان ق ع پیمائش کر لو۔

اب آئینہ کو بالکل ہٹا لو۔ لیکن عدسہ اور تاروں کے محل کو ذرا سا بھی نہ بدلو۔ پھر ایک ایک دوسرے ایستادے میں ایک پردہ لگا کر دیکھو کہ عدسہ اور تاروں کو اپنی اپنی جگہ برقرار رکھتے ہوئے عدسہ میں تاروں کا خیال کہاں بنتا ہے۔ پردہ کا محل ضا معلوم کر لو۔ اور فاصلہ ضا ع پیمائش کر لو۔

پس نصف قطر انحنا = ص = ضا ق = ضا ع - ق ع

اور طول ماسکہ = $\frac{ص}{۲}$ = $\frac{ضا ع - ق ع}{۲}$

نوٹ:- واضح رہے کہ عدسہ مناسب طول ماسکہ کا لینا چاہئیے۔ فاصلہ ضا ع عدسہ کے طول ماسکہ سے بڑا ہونا چاہئیے اور فاصلہ ضا ص عدسہ کے طول ماسکہ کا کم از کم چار گنا ہو۔

(۴) چوتھا طریقہ | گردشی محور سے:- دیکھو طریقہ (۷) مقعر آئینہ۔

(۵) پانچواں طریقہ | کروی پیما سے:- دیکھو طریقہ (۵) مقعر آئینہ۔

انعطاف نما کی دریافت | ٹھوسوں کے انعطاف نما:-

(۱) ظاہری دبازت کا طریقہ:- شیشے کا ایک بڑا مستطیل کندہ لے کر کاغذ کے ایک تختہ پر رکھو جس پر ایک خط مستقیم کھینچ دیا گیا ہو۔ کندے کے اوپر سے دیکھنے پر کنارے کے نیچے کا پورا خط اٹھا ہوا نظر آئے گا۔ لیکن اس کو ایسے مقام سے دیکھو کہ

ایک حصہ خط کا شیشے کے اندر سے نظر آئے اور ایک حصہ براہ راست دکھائی دے۔ ظاہر ہے کہ دونوں حصے ایک سطح پر نظر نہ آئیں گے۔ شیشے والا حصہ اُٹھا ہوا نظر آئے گا۔ اس کا محل معلوم کرنے کے لئے خط کے متوازی ایک اُفقی سوئی کو ایسے ایستادے میں لگاؤ جس میں سوئی کو اوپر نیچے کرنے کا انتظام ہو۔ سوئی کی نوک کو کندہ سے بالکل ملا ہوا رکھو۔ اب سوئی کی ایسی وضع معلوم کرو کہ سوئی کی نوک اور شیشے میں سے نظر آنے والے خط کے درمیان اختلاف منظر باقی نہ رہے۔

اب شیشے کے کندے کی دبازت معلوم کرلو، پھر سوئی سے شیشے کی بالائی سطح تک کا فاصلہ پیمائش کرلو۔ تو

$$\text{مه} = \frac{\text{کندے کی دبازت}}{\text{سوئی کندے کی بالائی سطح تک کا فاصلہ}}$$

یہ صورت شیشے کے دبیز کندوں کے لئے موزوں ہے۔ لیکن شیشے کو پتلی تختی کی شکل میں لیا جائے تو اس کے لئے ذیل کا طریقہ زیادہ موزوں ہے۔

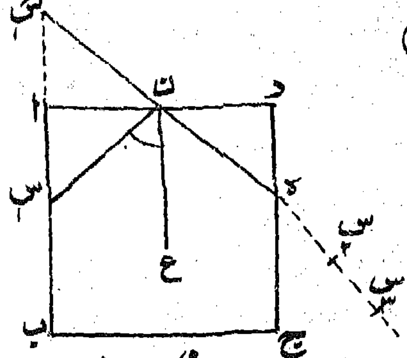
خوردبینی طریقہ:- ایسی خوردبین استعمال کرو جس میں انتصابی حرکت اور اس کی پیمائش ممکن ہو۔

(۱) پہلے خوردبین کے تختے پر ایک نشان بنالو پھر خوردبین سے اُسے دیکھو اور نشان کو خوردبین کے ماسکہ میں لے آؤ۔ (۲) اس کے بعد نشان پر تختی رکھ دو۔ اب تختی میں سے نشان کا جو مجازی خیال نظر آئے اس کو خوردبین کے ماسکہ میں لے آؤ۔

(۳) اب تختی کی بالائی سطح پر ایک نشان بناکر اس کو خوردبین کے ماسکہ میں لے آؤ۔ مذکورہ بالا ہر سہ پیمائشوں کے وقت انتصابی پیمانہ کی خواندگی لے لو۔

پہلی اور تیسری خواندگیوں کا فرق تختی کی اصلی دبازت ہوگی اور دوسری اور تیسری خواندگیوں کا فرق تختی کی ظاہری دبازت ہوگی، پس

$$\text{مه} = \frac{\text{تختی کی اصلی دبازت}}{\text{تختی کی ظاہری دبازت}}$$



شکل ۱۲۵

(۲) زاویہ فاصل کا طریقہ :۔ (شکل ۱۲۵)
شیشے کا ایک مکعب لو۔ اس کو نقشہ کشی کے تختے پر رکھو۔ اس کا خاکہ ا ب ج د بناؤ۔ اس کے ضلع ا ب پر ایک سوئی س نصب کرو۔ د سے اس سوئی کے انعکاسی خیال کو رُخ د ج سے دیکھو۔ تو آنکھ کو اِدھر اُدھر ہٹانے سے معلوم ہوگا کہ ایک ایسا مقام آتا ہے جس کے بعد خیال غائب ہو جاتا ہے۔ پس خیال کے غائب ہونے سے عین پہلے اس کا محل دیکھو اور اس کی سیدھ میں دو سوئیاں س۱، س۲ نصب کرو۔ مکعب کو ہٹا دو۔ س۲، س۱ کو ملاؤ اور اس کو خارج کرو تاکہ وہ د ج کو ہ پر قطع کرے۔ س ا کو سَ تک خارج کرو اس طرح کہ سَ ا = ا س۔ اب سَ ہ کو ملاؤ تاکہ وہ ا د کو ن پر قطع کرے۔ س ن کو ملاؤ اور ن پر ایک عماد ن ع کھینچو۔ پس زاویہ فاصل = سَ ن ع = تہ (بالفرض) اس زاویے کی پیمائش کرلو تو مہ = $\frac{1}{\text{جیب تہ}}$

منشور کا انعطاف نما :۔ منشور کے انعطاف نما کا ضابطہ حسب ذیل ہے :۔

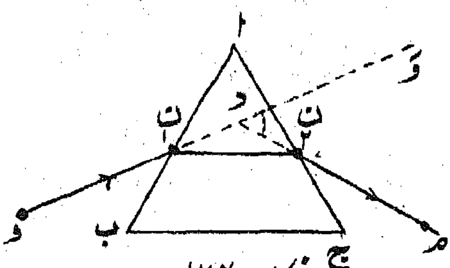
$$\text{مہ} = \frac{\text{جیب}\ \frac{ا + ح}{۲}}{\text{جیب}\ \frac{ا}{۲}}$$

اس کے لئے حسب ذیل طریقے کام میں لائے جاتے ہیں۔

(۱) **چاندہ کا طریقہ** :۔ شیشے کے منشور کو نقشہ کشی کے کاغذ پر اس طرح رکھو کہ اس کا انعطافی کنارہ انتصابی رہے۔ پنسل سے اس کا خاکہ ا ب ج کھینچ لو۔ (شکل ۱۲۶)

اب دو سوئیاں ن۱، ن۲ ہر دو ضلع ا ب، ا ج پر اس طرح رکھو کہ ا ن۱ = ا ن۲۔

سوئیوں کو منشور کے رخوں سے ملا ہموار رکھو۔ اب ایک سوئی ق پر رکھ کر ایک دوسری سوئی م پر اس طرح رکھو کہ م، ن۲، ن۱ اور ق کے خیال سب ایک خط پر نظر آئیں۔ منشور کو ہٹا لو۔ ق ن۱ اور م ن۲ کو خارج کرو کہ وہ د پر ملیں۔



شکل ۱۲۶

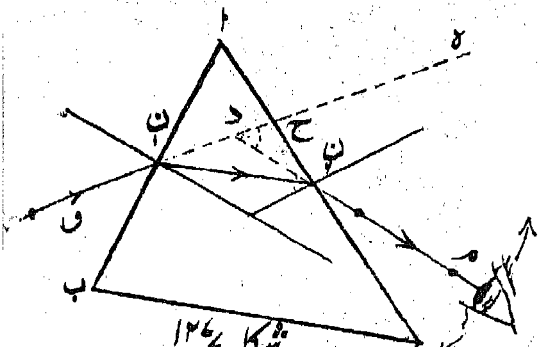
اب چاندہ سے زاویہ ا = ب اج اور ح = م ڈ ق کی پیمائش کر لو اور اوپر کے ضابطے میں درج کر کے مـ کی قیمت حاصل کرو۔

(۲) انحراف اقل کا طریقہ:- حسب سابق منشور کو نقشہ کشی کے تختے پر رکھو۔ ایک سوئی انعطافی زاویے والے کسی ایک ضلع سے ملا کر رکھو۔ اور دوسری سوئی اس سے ۱۰ سمر کے فاصلے پر رکھو۔

ان سوئیوں کو منشور کے زاویے میں سے منشور کے دوسرے رخ سے دیکھو، اور آنکھ کی وضع ایسی رکھو کہ دونوں سوئیاں آگے پیچھے نظر آئیں۔ منشور کو اس سوئی کے گرد گردش دو جو اس سے ملی ہوئی ہے، ساتھ ہی آنکھ کو بھی حرکت دو تا کہ سوئیاں ہر حالت میں آگے پیچھے رہیں۔

منشور جب ایک سمت میں گھمایا جائے گا تو اس کی وجہ سے آنکھ کو اس طرف حرکت دینا ہوگی جس طرف کہ منشور کا زاویہ ہے۔ منشور کی سمت گردش بدلنے سے آنکھ کی حرکت مخالف سمت میں ہوگی (شکل ۱۲۷)۔ پہلی صورت میں منشور کی حرکت سے روشنی کا انحراف کم ہو جائے گا۔ اور چونکہ یہی مطلوب ہے اس لیے منشور کو اس طرح گردش دینی چاہیے کہ آنکھ جب سوئیوں کو دیکھے تو اس کی حرکت منشور کے زاویہ کی طرف ہو۔

جب اس طرح منشور ایک زاویہ طے کر لیتا ہے تو سوئیاں ٹھیری نظر آئیں گی



شکل ۱۲۷

اگرچہ اس عرصہ میں منشور کو آہستہ آہستہ گردش دی جا رہی ہی منشور کو مزید گردش دینے سے آنکھ کو اپنی سمت بدلنا پڑتی ہے۔ اس کے یہ معنی ہیں کہ انحراف پھر بڑھنے لگا ہے۔ منشور کو اب کسی قدر پلٹانے کی ضرورت ہوگی کہ آنکھ خط ہ د سے قریب ترین وضع میں آجائے۔

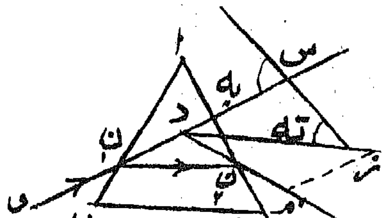
پس منشور جب "انحراف اقل" کی وضع میں آجائے تو شعاع خارج کو معین کرنے کیلئے دو سوئیاں نصب کرو۔ اور کاغذ پر منشور کا خاکہ اتار لو جس سے زاویہ ۱ حاصل ہوگا منشور اور سوئیوں کو ہٹا کر شکل مکمل کرو تو ح = ہ و ن۲ زاویہ انحراف اقل ہوگا۔

پس ضابطے میں ہر دو کی قیمت درج کر کے مہ کی قیمت حاصل کرو۔

(۳) منشور کسی وضع میں ہو

فرض کرو کہ ۱ ب ج شیشے کے منشور کا خاکہ ہے اور د س ایک خط ہے جو کاغذ پر کھینچا گیا ہے۔ منشور کے رخ ۱ ج میں دیکھو۔ اور خط م د کھینچو تاکہ وہ و د کا تسلسل معلوم ہو۔ منشور کو دور کر دو۔ م د کو خارج کرو تاکہ وہ و ن کو د پر قطع کرے۔ د س = د م کاٹ لو۔ م نہ ضلع ۱ ج پر اور س نہ ضلع ۱ ب پر عمود گراؤ۔ د نہ کو ملاؤ تو

مہ = د نہ / س نہ　(شکل ۱۲۸)



شکل ۱۲۸

ثبوت۔ فرض کرو کہ و ن۱ د = شعاع واقع، د ن۲ م = شعاع خارج۔ ن۱ ن۲ کو ملاؤ۔ تو ن۱ ن۲ کے متوازی د نہ کھینچو۔ اور و د کے کسی نقطہ خارج س سے ۱ ب پر عمود گراؤ تاکہ وہ س نہ کو نہ پر قطع کرے۔ تو

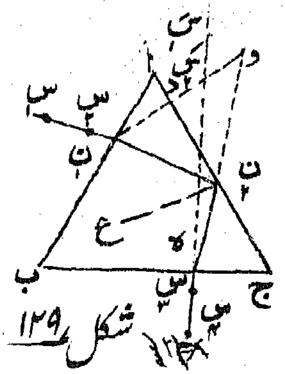
بہ = ن۱ پر زاویہ وقوع، تہ = ن۱ پر زاویہ انعطاف۔

∴ مہ = جب بہ / جب تہ = جب د س نہ / جب س نہ د = د نہ / س نہ۔

اگر د م = د س قطع کیا جائے اور م نہ ضلع ۱ ج پر عمود گرایا جائے تو مہ = د نہ / س نہ

جن سے معلوم ہوا کہ نہ اور نہ ایک ہی ہیں۔

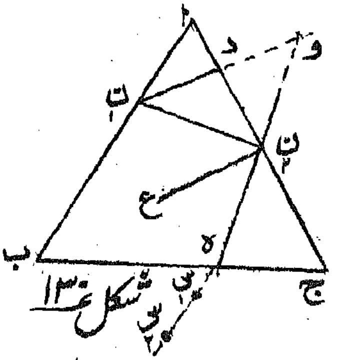
(۴) زاویہ فاصل کا طریقہ | نقشہ کشی کے کاغذ پر منشور کو سیدھا رکھو اور اس کا خاکہ ا ب ج کھینچ لو س۱ اور س۲ پر دو سوئیاں ایسی (شکل ۱۲۹)



شکل ۱۲۹

نصب کر دو کہ س۱ س۲ رُخ ا ب پر تقریباً عماد ہو۔ رُخ ب ج میں سے دیکھنے پر سوئیاں س۱ اور س۲ پر نظر آئیں گی۔ اب دو سوئیاں س۳ اور س۴ ان دونوں کی سیدھ میں نصب کرو۔ خطوط س۱ س۲ ن۱ اور س۳ س۴ ہ کھینچو۔ شعاع س۱ س۲ منشور میں ن۱ پر داخل ہوئی اور ن۲ پر کلی طور پر منعکس ہو گئی۔ ن۲ کو معلوم کرنے کیلئے ن۱ و رُخ ا ج پر عمود کھینچو اس طرح کہ ن۱ د = د و۔ اب و ہ کو ملاؤ جو ا ج کو ن۲ پر قطع کرے۔ ن۱ ن۲ کو ملاؤ۔ پس یہی شعاع واقع جو کلی طور پر منعکس ہوئی۔ ن۲ پر ن۲ ع عماد کھینچو۔ پس ن۱ ن۲ ع = زاویہ فاصل = تہ

لہٰذا $مہ = \frac{1}{\text{جب تہ}}$



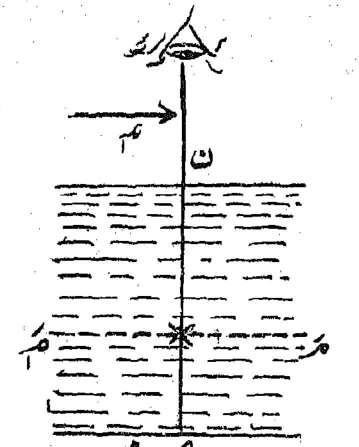
شکل ۱۳۰

بدل:۔ حسب سابق منشور کا خاکہ ا ب ج کھینچ لو۔ ایک سوئی ن۱ پر رُخ ا ب سے ملی ہوئی رکھو۔ اب رُخ ب ج سے دیکھو تو رُخ ا ج سے منعکس ہو کر ن۱ کا خیال نظر آئیگا۔ آنکھ کو اس طرح حرکت دو کہ یہ خیال غائب ہو جائے۔ پس وہ وضع معلوم کرو جہاں کہ خیال غائب ہونے کو ہو۔ اس وضع میں دھندلا سا خیال نظر آئیگا۔ پس اسکی سیدھ میں دو سوئیاں س۱ س۲ نصب کرو۔ منشور اور سوئیوں کو ہٹا کر خط س۱ س۲ ہ کھینچو تا کہ وہ ب ج کو ہ پر قطع کرے۔ ن۱ سے عمود ن۱ و کھینچو تا کہ ن۱ د = د و۔ اب و کو ہ سے ملاؤ تاکہ خط و ہ رُخ ا ج کو ن۲ پر قطع کرے۔ پس شعاع ن۱ ن۲ نقطہ ن۲ پر کلی طور پر منعکس ہوئی۔ اب ن۲ پر عماد کھینچو۔ شکل ۱۳۰

پس زاویہ فاصل = تہ = ن۱ ن۲ ع اور حسب سابق مہ کی قیمت دریافت کرلو۔

مائع کا انعطاف نما | اس کے لئے حسب ذیل دو طریقے کام میں لائے جا سکتے ہیں:۔

(۱) **ظاہری عمق کا طریقہ:**۔ اگر کوئی شخص د م، پانی یا کسی دوسرے شفاف مائع کے برتن کی پیندی پر رکھا جائے، تو اس کا ایک خیال نظر آئے گا۔



شکل ۱۳۱

اور یہ خیال م۱ ایسی گہرائی پہ نظر آئے گا جو مائع کی اصلی گہرائی سے کم ہوگی۔ (شکل ۱۳۱)

پہلے کی طرح کے ایک دوسرے شخص کو مائع کے اوپر م۲ پر رکھا جا سکتا ہے مائع کی بالائی سطح سے اس کا ایک انعکاسی خیال نظر آئے گا۔ م۲ کی وضع کو بدل بدل کر ایسی وضع حاصل کی جا سکتی ہے کہ اس کا انعکاسی خیال م کے انعطافی خیال سے منطبق ہو جائے۔ اور دونوں میں کوئی اختلاف منظر باقی نہ رہے۔

پس بالائی سطح سے م۱ کی گہرائی سطح سے م۲ کے فاصلے کے مساوی ہوئی۔ لہذا اس فاصلے اور مائع کے عمق کو پیمائش کر کے انعطاف نما کی قیمت حاصل ہو سکتی ہے۔

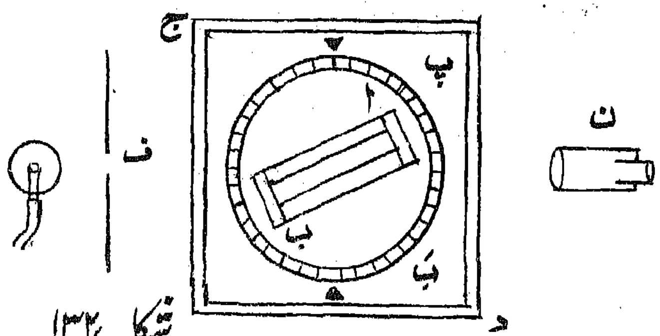
$$\text{یعنی}\quad \text{مہ} = \frac{\text{اصلی عمق}}{\text{ظاہری عمق}} = \frac{\text{ن م}}{\text{ن م}_1} = \frac{\text{ن م}}{\text{ن م}_2}$$

(۲) **خوردبینی طریقہ**:— یہ طریقہ بالکل ویسا ہی ہے جیسا کہ ٹھوسوں کے انعطاف نما کے بیان میں گزر چکا۔ چنانچہ ایک چھوٹے سے منقارے کی پیندی میں ایک نشان کر کے اس کو خوردبین کے تختے پر رکھو اور اس نشان کو خوردبین کے ماسکہ میں لے آؤ۔ پھر اس منقارے میں مائع ڈال دو۔ نشان اب اٹھا ہوا نظر آئے گا۔ اس کو پھر خوردبین کے ماسکہ میں لے آؤ۔ اب مائع کی بالائی سطح پہ ذرا سا لائکوپوڈیم سفوف چھڑک دو۔ اس سفوف کے کسی ریزے کو خوردبین کے ماسکہ میں لے آؤ۔ ہر مرتبہ ماسکہ میں لانے کے بعد خوردبین کی خواندگی لے لو۔ فرض کرو کہ یہ ن_1، ن_2، ن_3 ہیں حسب سابق مہ کی قیمت دریافت کرو

$$\text{مہ} = \frac{\text{مائع کا اصلی عمق}}{\text{مائع کا ظاہری عمق}} = \frac{\text{ن}_3 - \text{ن}_1}{\text{ن}_3 - \text{ن}_2}$$

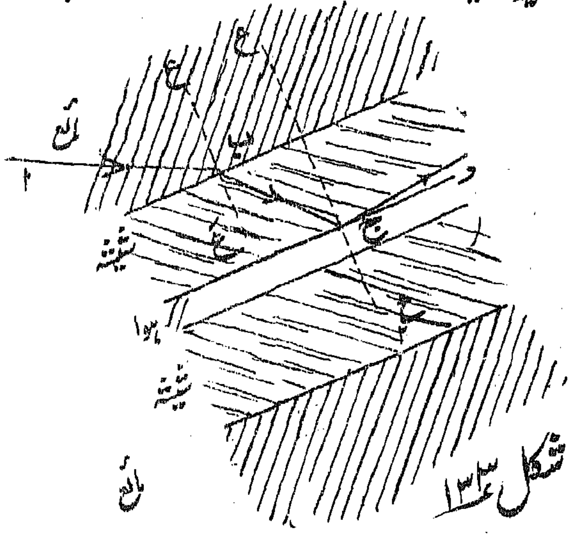
(۳) زاویۂ فاصل کا طریقہ

یہ طریقہ مائعات کے لئے بہت موزوں ہے۔ اس کی بہترین ترکیب یہ ہے کہ شیشے کی دو تختیوں کو، درمیان میں ذرا ہوا چھوڑ کر، مائع زیر تجربہ کے ظرف میں ڈبو دیا جائے شکل ۱۳۲ میں تختیاں ا اور ب پر دکھائی گئی ہیں۔ یہ ایک دھرے میں لگی ہوتی ہیں جو دکھلایا نہیں گیا ہے۔ اسی دھرے میں ایک دائری پیمانہ پ پَ بھی ہوتا ہے۔ تختیاں پیمانے



شکل ۱۳۲

کے نیچے ہوتی ہیں۔ اور مائع کے اندر ڈوبی رہتی ہیں۔ سوڈیم شعلہ کی روشنی پردے ف کے شگاف سے آتی ہے۔ مشاہد روشنی کو دوربین ن سے دیکھتا ہے۔ روشنی شگاف ف اور مائع اور تختیوں میں سے گزر کر آتی ہے۔ اب کو گردش دینے پر ایک وضع ایسی آتی ہے جس میں مسدود ہو جاتی ہے، کیونکہ وہ اب تختیوں سے بکلی منعکس ہو گئی ہے۔ اب کی وضع دائری پیمانے پر نمائندہ ول پ، پَ کی مدد سے معلوم کر لی جاتی ہے شکل ۱۳۳ سے واضح



شکل ۱۳۳

ہے کہ روشنی ٹھیک اس وقت مسدود ہوتی ہے جبکہ شیشے اور ہوا کے لئے ب ث ع زاویہ فاصل ہو۔

$$\text{پس جب} \,(\text{ب ث ع}) = \frac{1}{\text{مہ}_{\text{شیشہ}}}$$

نقطہ ب پر روشنی مائع سے شیشہ میں جاتی ہے۔ اور سابق کے اصولوں سے

$$\frac{\text{مہ}_{\text{شیشہ}}}{\text{مہ}_{\text{مائع}}} = \frac{\text{جب ا ث ع}}{\text{جب ع ث ج}} = \frac{\text{جب ا ث ع}}{\text{جب ب ث ع}}$$

$$= \text{مہ جب ا ث ع}$$

$$\therefore \text{جب ا ث ع} = \frac{1}{\text{مہ}_{\text{مائع}}}$$

پس مائع کا انعطاف نما اس زاویہ کے جیب سے حاصل ہوتا ہے جو شعاع واقع اور عماد کے درمیان بنتا ہے جبکہ روشنی مسدود ہو جاتی ہے۔ روشنی کی مسدودی کی دو متشاکل وضعوں کو دریافت کر کے درمیانی زاویہ کا نصف لیا جائے تو مطلوبہ زاویہ حاصل ہوگا۔

اگر مائع بہت تھوڑی مقدار میں ہوں یا تامیاتی مرکبات مثل چربی، تیل، مکھن وغیرہ کا انعطاف نما دریافت کرنا ہو تو خاص آلات استعمال کئے جاتے ہیں۔ جو کلی انعطاف کے اصول پر مبنی ہوتے ہیں۔ ان کو انعطاف پیما کہتے ہیں۔ اچھے انعطاف پیما سے نتیجہ اعلیٰ درجہ کی صحت کے ساتھ نکلتا ہے۔

عدسوں کے طول ماسکہ | (۱) محدب عدسے

(۱) **ماسکی طریقہ:** کسی محدب عدسے کے طول ماسکہ کے دریافت کرنے کا سادہ ترین طریقہ یہ ہے کہ عدسہ پر ایک متوازی شعاع ڈالی جائے، جو خود محور عدسہ کے متوازی ہو، اور پھر عدسے سے منعطف شعاع کے ماسکہ کا فاصلہ ناپ لیا جائے۔

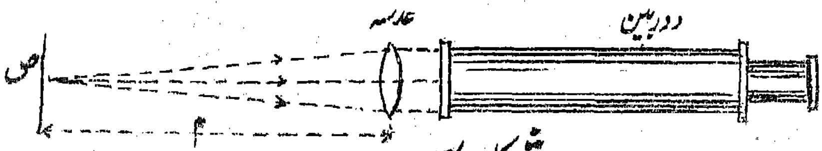
اگر سورج کی روشنی ڈالنا ممکن نہ ہو تو کسی دور کی کھڑکی یا کسی دور کے لمپ کو کام میں لاؤ۔ جس مقام پر شخص کا واضح ترین خیال بنے وہی ماسکہ ہے۔ پس اس کا فاصلہ

عدسہ سے ناپ لو۔ یہی طول ماسکہ ہے۔

اس کے لیئے اس امر کی احتیاط چاہیئے کہ عدسہ سے شخص کا فاصلہ طول ماسکہ کے مقابلے میں بہت زیادہ ہو ورنہ خیال ماسکہ پر نہ بنے گا اور پھر نتیجہ میں بہت خطا ہوگی۔

(۲) دوربینی طریقہ:۔ اس طریقہ کا اصول یہ ہے کہ اگر عدسہ سے متوازی خطوط کی کوئی شعاع نکلے تو شعاع کے مبدر کو عدسہ کے صدر ماسکہ پر ہونا چاہیئے۔

چنانچہ ایک دوربین سے (شکل ۱۳۴) کسی ڈور کے شخص کو دیکھو، اور اس کو



شکل ۱۳۴

ڈوربین کے ماسکہ میں لے آؤ۔ ڈوربین کے دہانہ سے ہم محور ڈوربین کے سامنے محدب عدسہ زیر تجربہ رکھو۔ اب عدسہ کے سامنے کوئی مطبوعہ صفحہ ص یا اور کوئی شخص رکھو۔ عدسہ کو اِدھر اُدھر ہٹاؤ تاآنکہ ڈوربین سے مطبوعہ عبارت صاف طور پر پڑھی جائے۔

چونکہ دوربین متوازی شعاعوں کے لیئے درست کی گئی ہے اس لیئے ص کو ع کے ماسکہ پر ہونا چاہیئے۔ پس ص سے عدسہ تک کا فاصلہ مطلوبہ طول ماسکہ ہے۔

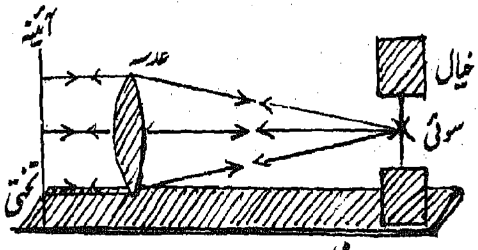
(۳) مستوی آئینے والا طریقہ

یہ طریقہ دراصل مذکورہ بالا ہر دو طریقوں کا مجموعہ ہے۔ ایک مبادر نور کو عدسہ کے ماسکہ پر رکھا جاتا ہے۔ انعطاف کے بعد متوازی شعاع کو مستوی آئینے سے منعکس کیا جاتا ہے، اس لیئے جب شعاع دوبارہ عدسہ پر واقع ہوتی ہے تو خیال شخص کے پاس بنتا ہے۔

چنانچہ ایک مستوی آئینہ لو اور اس کو انتصاباً کسی تختی پر نصب کرو۔ اس کے سامنے محدب عدسہ رکھو۔ اور عدسہ کے سامنے ایک سوئی نصب کرو۔ اب عدسہ میں سوئی کا خیال دیکھو تو اس کا خیال اُلٹا نظر آئے گا۔ سوئی کو آگے پیچھے ہٹاکر ایسی وضع میں لے آؤ کہ سوئی اور اس کا خیال ایک ہی مقام پر بنے اور ان میں اختلاف

منظر نہ ہو۔

شکل ۱۳۵ میں شعاعوں کا راستہ بھی دکھایا گیا ہے۔ جب اختلاف منظر دُور ہو جائے تو سوئی اور عدسہ کے درمیان فاصلہ عدسہ کا طول ماسکہ ہو گا۔



شکل ۱۳۵

اس تجربہ میں آئینے کو انتصاباً نصب کرنے کے بجائے افقاً بھی رکھا جا سکتا ہے۔ پھر عدسہ بھی افقاً آئینہ پر یا آئینے سے کچھ اوپر رکھا جا سکتا ہے۔ اور فاصلہ اس صورت میں انتصاباً پیمایش کئے جائیں گے۔

اس تجربے کو تخت مناظر پر بھی انجام دے سکتے ہیں جب دستور ایک استادے میں ایک مستوی آئینہ جس کا رُخ عدسہ کی طرف رہے۔ صلیبی تاروں سے روشنی عدسہ پر ڈالو اور عدسہ کو آگے پیچھے ہٹا کر وہ وضع معلوم کرو جس میں تاروں کا خیال تاروں کے پاس ہی بنے اور واضح ہو۔ پس عدسہ اور تاروں کے درمیان فاصلہ عدسہ کا طول ماسکہ ہو گا

(۴) زوجی طریقہ اس طریقے میں خ اور ش کی مختلف قیمتیں معلوم کر کے ضابطے کے ذریعہ سے طول ماسکہ دریافت کیا جا سکتا ہے۔

اس تجربے کو سوئیوں کی مدد سے اس طرح انجام دیتے ہیں کہ ایک سوئی عدسہ کے ایک جانب رکھ کر عدسہ کے دوسری جانب اس کا خیال حاصل کرتے ہیں، پھر اس طرف ایک دوسری سوئی رکھ کر اس خیال کا محل معلوم کر لیتے ہیں۔ اس تجربے میں دو شرطیں پوری ہونی چاہئیں۔ ایک تو شخص کا فاصلہ عدسے سے طول ماسکہ سے زائد ہو۔ دوسری یہ کہ شخص اور خیال کے درمیان فاصلہ طول ماسکہ کے چار گنا سے کم نہ ہو۔

بنا بریں تجربہ کرتے وقت شخص کو عدسہ سے کافی فاصلہ پر رکھنا مناسب ہوتا ہے۔ پھر دوسری جانب ذرا فاصلہ سے دیکھنے پر خیال اچھا دکھائی دیتا ہے۔ جب دوسری سوئی اور خیال کے درمیان اختلاف منظر نہ رہے تو پہلی سوئی اور عدسہ کے درمیان فاصلہ ناپ لو۔ یہ ش ہے۔ پھر دوسری سوئی اور عدسہ کے درمیان فاصلہ لے لو۔ یہ خ

ہے۔ پس مساوات

$$\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$$

میں درج کرنے سے م کی قیمت حاصل ہوتی ہے۔ ش اور خ کی علامتوں کا لحاظ ضروری ہے۔ ش اور خ کی مختلف قیمتیں لے کر م کی اتنی ہی قیمتیں نکالو اور پھر اوسط قیمت نکالو۔

یہ تجربہ تخت مناظر پر انجام دیا جا سکتا ہے یا پھر سوئیوں کو ایستادوں میں لگا کر میز پر رکھ کر انجام دے سکتے ہیں۔

اس کے علاوہ تخت مناظر پر صلیبی تاروں سے تجربہ یوں ہو سکتا ہے کہ حسب دستور صلیبی تار نصب کئے جائیں اور اس کے سامنے عدسہ اور اس کے سامنے ایک پردہ۔ صلیبی تاروں کا واضح خیال جب پردے پر بنے تو تاروں اور عدسہ اور پردے اور عدسہ کے درمیان فاصلے لے کر مساوات میں درج کر کے م کی قیمت معلوم کی جائے ش اور خ کی متعدد قیمتیں لے کر م کی اوسط قیمت نکالی جائے۔

(۵) سرک کا طریقہ چونکہ عدسہ کے وسطی نقطہ سے ش اور خ کی پیمائش میں دقت بہت ہے اس لئے اس وقت کو رفع کرنے کے لئے ذیل کا طریقہ اختیار کیا گیا ہے۔ جب عدسہ سے کسی شخص کا خیال کسی پردے پر بنتا ہے تو شخص اور پردے کی معین وضعوں کے لئے عدسہ کی دو وضعیں ممکن ہیں بشرطیکہ شخص اور پردے میں فاصلہ ۴ م سے کم نہ ہو۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جب شخص کا فاصلہ عدسہ سے ش ہوتا ہے تو خیال کا فاصلہ خ ہوتا ہے۔ اور جب شخص کا فاصلہ خ ہو تو خیال کا فاصلہ ش ہو جائے گا۔ ہر دو صورتوں میں (ش + خ) غیر متغیر ہے۔

فرض کرو کہ ش + خ = ل = شخص اور پردے کے درمیان فاصلہ

اور ع = عدسہ کی ہر دو وضعوں کے درمیان فاصلہ

تو

$$خ + ش = ل$$

$$خ - ش = ع$$

$$\therefore\ \text{خ} = \frac{\text{ل} + \text{ع}}{۲}$$

$$\text{اور}\ \ \text{ش} = \frac{\text{ل} - \text{ع}}{۲}$$

$$\text{نیز}\ \left(\frac{۱}{\text{ش}} + \frac{۱}{\text{خ}} = -\frac{۱}{\text{م}}\right.$$

$$\therefore\ \frac{۲}{\text{ل} - \text{ع}} + \frac{۲}{\text{ل} + \text{ع}} = -\frac{۱}{\text{م}}$$

$$\therefore\ \frac{۴\,\text{ل}}{\text{ل}^۲ - \text{ع}^۲} = -\frac{۱}{\text{م}} \quad \therefore\ \text{م} = \frac{\text{ل}^۲ - \text{ع}^۲}{۴\,\text{ل}}$$

پس تجربے کے لئے تختِ مناظر پہ صلیبی تاروں سے ایک پردہ ۴م سے زیادہ فاصلے پر رکھو۔ درمیان میں عدسہ رکھو۔ اور پردہ پر واضح مگر بڑا خیال حاصل کرو۔ عدسہ کی وضع دیکھ لو۔ پھر عدسہ کو شخص سے ذرا دور لے جاؤ تو ایک وضع ایسی ملے گی جس سے پردے پر ایک واضح مگر چھوٹا خیال ملے گا۔ عدسہ کی یہ دوسری وضع بھی دیکھ لو۔ ان دونوں وضعوں کا فرق ع ہے اور شخص اور پردے کا فاصلہ ل ہے، پس م کی قیمت نکال لو۔

نوٹ:۔ اوپر کی مساوات میں اگر ل = ۰

$$\text{تو}\quad \text{م} = \frac{\text{ل}^۲}{۴\,\text{ل}} = \frac{\text{ل}}{۴}$$

$$\therefore\ \text{ل} = ۴\,\text{م}$$

پس اس سے ثابت ہوا کہ اگر ل ۴م ہو گی تو عدسہ کی صرف ایک ہی وضع ہو گی۔ اگر ل > ۴م تو عدسہ کی دو وضعیں ملیں گی اور ل < ۴م تو عدسہ کی کوئی وضع نہ ہو گی۔ پس معلوم ہوا کہ ل یعنی (ش + خ) کی اقل قیمت ۴م ہے۔ اس کو یوں بھی ثابت کر سکتے ہیں۔

$$\frac{۱}{\text{ش}} + \frac{۱}{\text{خ}} = -\frac{۱}{\text{م}}$$

$$\therefore\ \frac{۱}{\text{م}} = -\left(\frac{۱}{\text{ش}} + \frac{۱}{\text{خ}}\right)$$

$$\therefore \frac{1}{\text{م}^{2}} = \left(\frac{1}{\text{ش}} + \frac{1}{\text{خ}}\right)^{2}$$

$$= \left(\frac{1}{\text{ش}} - \frac{1}{\text{خ}}\right)^{2} + \frac{4}{\text{ش خ}}$$

$$\text{یا} \quad \frac{1}{\text{ش خ}} = \frac{1}{\text{م}^{2}} - \left(\frac{1}{\text{ش}} - \frac{1}{\text{خ}}\right)^{2}$$

$\therefore$ $\frac{4}{\text{ش خ}}$ اعظم ہے یا ش خ اقل ہے جبکہ ش = خ

$$\text{اب} \because \frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{ش}} + \frac{1}{\text{خ}} = \frac{\text{ش} + \text{خ}}{\text{ش خ}} = \text{مستقل}$$

$\therefore$ جب (ش خ) اقل ہے تو (ش + خ) بھی اقل ہے کیونکہ ان کی نسبت مستقل ہے۔

پس (ش + خ) اقل ہے جبکہ ش = خ

اور (ش + خ) کی اقل قیمت = ۴م

کیونکہ $\frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{ش}} + \frac{1}{\text{ش}}$

یا ش = ۲م

(۶) کرویت پیما کا طریقہ عدسہ کی ہر سطح کا نصف قطر انحنا کرویت پیما سے پیمائش کرلو۔ پھر ذیل کی مساوات میں درج کرکے م کی قیمت نکالو:—

$$\frac{1}{\text{م}} = (\text{سہ} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_{1}} - \frac{1}{\text{ص}_{2}}\right)$$

جہاں ص_1، ص_2 ہر دو نصف قطر انحناء ہیں۔ ان کی علامتوں کا لحاظ ضروری ہے۔ اور سہ = انعطاف نما عدسے کے شیشے کا۔ عام طور پر اس انعطاف نما کی قیمت ۵ء۱ ہوتی ہے۔

واضح رہے کہ عدسوں میں طول ماسکہ نصف قطر انحنا کا نصف نہیں ہوتا۔ عام طور سے یہ غلطی ہوتی ہے کہ جب عدسہ کے دونوں نصف قطر انحنا مساوی ہوتے ہیں۔ تو طول ماسکہ اس کا نصف لے لیا جاتا ہے۔ اس سے بچنا چاہیئے۔

(۷) اکائی تکبیر کا طریقہ

عدسہ کو تختہ مناظر کے وسط میں رکھو اور ایک طرف صلیبی تار رکھو اور دوسری طرف پردہ۔ لیکن دونوں کے فاصلے عدسے سے مساوی رکھو۔ تو عام طور پر کوئی خیال نہ بنے گا۔ اب اگر عدسے سے تاروں اور پردے کے فاصلے بتدریج بڑھائے یا گھٹائے جائیں اور ہر صورت میں دونوں فاصلے مساوی رکھے جائیں تو ایسی وضعیں بالآخر حاصل ہوں گی جن میں پردے پر ایک واضح خیال بنے گا۔ جو شخص کے مساوی ہوگا۔ یعنی تکبیر اکائی ہوگی۔

ایسی صورت میں ش = خ = ۲م

پس اگر ل = شخص اور پردے کا درمیان فاصلہ

تو م = ل/۴

(۸) تکبیری طریقہ

اوپر جتنے طریقے بیان ہوئے وہ سب ایسے عدسوں کے لئے موزوں ہیں جن کے طول ماسکہ ۲۰ یا ۳۰ سمر ہوں۔ مثلاً عینکوں کے لئے عدسے۔ لیکن اگر کسی عکسالہ کے عدسہ یا مکبر عدسہ یا خوردبینی دہانہ کے عدسے کے طول ماسکہ کی پیمائش مقصود ہو، یا پھر نتیجہ میں مزید صحت درکار ہو تو پھر ذیل کا طریقہ استعمال کرنا چاہیئے۔

ایک تاریک کمرے میں کاغذ کے ایک پیمانے کو افقاً رکھو۔ اور کسی لیمپ سے اس کو منور کر دو۔ پیمانے کے سامنے عدسہ کو کافی فاصلہ پر رکھو تاکہ ہوا میں پیمانے کا ایک خیال بن جائے۔ کسر پیمائی خوردبین سے اس ہوائی خیال کا طول معلوم کر لو۔ اس طول کو اگر پیمانے کے طول سے تقسیم کر دیا جائے تو تکبیر ط حاصل ہوگی۔

اب فرض کرو کہ د = ہوائی خیال سے شخص کا فاصلہ

تو ط = خ/ش جہاں خ اور ش کی صرف عددی قیمت لی گئی ہے۔

د = خ + ش = ش (۱ + ط)

لیکن ۱/م = ۱/خ + ۱/ش

$$\therefore\ \text{م} = \frac{\text{خ ش}}{\text{خ + ش}} = \frac{\text{ط د}}{(\text{ا + ط})^{2}}$$

ط کی قیمت بالعموم اتنی کم ہوتی ہے کہ نسبت نما کو اکائی مانا جا سکتا ہے۔

عکسالہ کے عدسوں کے لئے ایک تجربے میں ۵۰ سم طول کا پیمانہ لیا گیا اور اس کو ۱۲ میٹر کے فاصلہ سے رکھا گیا۔ خوردبین کے دہانوں کے لئے فاصلہ اس سے کم ہونا چاہیئے۔ کسر پیمائی خوردبین میں افقی اور انتصابی دونوں حرکتیں ہونا چاہیئے۔

اگر د کو م کے مقابلے میں بہت بڑا رکھا جائے تو اس طریقے سے دبیز عدسوں اور پتلے عدسوں کے نظاموں کے لئے یہ طریقہ بہت موزوں ہے، اوپر بیان کئے ہوئے طریقوں میں یہ بات نہیں۔ لیکن دبیز عدسوں اور عدسوں کے نظاموں کا نظریہ اس کتاب کے موضوع سے خارج ہے۔

(۹) مجازی خیال کا طریقہ

تختۂ مناظر پر وسط میں محدب عدسہ رکھو۔ اس کے ایک طرف مستوی آئینہ رکھو جس کا فاصلہ ۲ م ہو۔ دوسری طرف ایک شخص رکھو۔ اس کا فاصلہ بھی ۲ م ہو۔ تو ایک سیدھا مجازی خیال ایسا بنے گا جو شخص سے منطبق ہوگا۔ پس جب ایسا مقام معلوم ہو جائے تو شخص اور آئینہ کے درمیان فاصلہ ناپ لو۔ فرض کرو کہ یہ ل ہے تو $\text{م} = \frac{\text{ل}}{\text{۴}}$

مقعر عدسے

اگر شخص حقیقی ہو تو مقعر عدسہ سے خیال ہمیشہ مجازی بنے گا۔ اگر خیال حقیقی ہو تو شخص ہمیشہ مجازی ہوگا۔

بنا بریں محدب عدسہ کی طرح تنہا مقعر عدسہ کو تختۂ مناظر پر صلیبی تاروں اور پردے کے ساتھ استعمال نہیں کر سکتے۔ یا تو ایک امدادی محدب عدسہ استعمال کرنا پڑے گا یا خیال کا محل اختلاف منظر سے دریافت کرنا ہوگا۔ دو طریقے ایسے ہیں جن میں امدادی عدسے استعمال کئے جاتے ہیں۔ ان طریقوں سے اختلاف منظر والے طریقے کے مقابلے میں نتائج صحیح تر حاصل ہوتے ہیں۔

(۱) ترکیبی طریقہ

اس کے لئے محدب عدسہ ایسا منتخب کرو جو مقعر عدسے سے زیادہ طاقتور ہو یعنی جس کا طول ماسکہ مقعر عدسے کے طول ماسکہ سے کم ہو۔ اس کی پہچان یوں ہے کہ مقعر کے ساتھ محدب عدسہ کو

ملا کر دیکھو کہ کھڑکی وغیرہ کا خیال کسی دیوار یا کاغذ پر مل سکتا ہے یا نہیں۔

پس جب امدادی عدسہ مل جائے تو دونوں کو ایک دوسرے سے ملا کر تختِ مناظر کے ایک استادے میں نصب کرو۔ اب چونکہ یہ مرکب عدسہ مثل محدب عدسہ کے ہے اس لئے اس کا طول ماسکہ محدب عدسہ والے طریقوں میں سے کسی ایک طریقہ سے دریافت کرلو۔ پھر صرف محدب عدسہ کا طول ماسکہ دریافت کرلو۔

تو $\frac{1}{ما} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2}$ جہاں ما = مرکب عدسہ کا طول ماسکہ

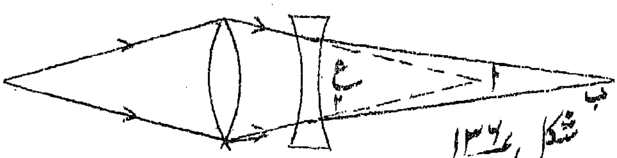
$م_1$ = محدب عدسہ " "

$م_2$ = مقعر عدسہ " "

ہر ایک کے ساتھ علامت کا لحاظ ضروری ہے۔ $م_2$ کی قیمت مثبت ہونی چاہیئے۔

(۲) حقیقی خیال کا طریقہ

تختِ مناظر پر صرف محدب عدسہ کو رکھ کر صلیبی تار دل کا خیال پردے پر حاصل کرلو۔ فرض کرو کہ خیال (شکل ۱۳۶) ا پر بنتا ہے۔ اس کے بعد مقعر عدسہ کو دوسرے استادے میں لگا کر خیال اور محدب کے درمیان رکھ دو۔ چونکہ مقعر عدسہ میں سے گزرنے کے بعد شعاعیں کم مستدق ہو جاتی ہیں اس لئے پردے کو ہٹا کر ب پر رکھنا



شکل ۱۳۶

پڑے گا تاکہ خیال واضح بن سکے۔

پس مقعر عدسہ کے لئے $ا ع_2 = ش$

اور $ب ع_2 = خ$

$$\therefore \frac{1}{م} = \frac{1}{خ} - \frac{1}{ش}$$

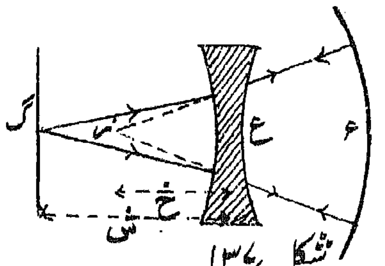
واضح رہے کہ یہاں شخص مجازی اور خیال حقیقی۔

(۳) اختلاف منظر کا طریقہ مقعر عدسہ کو ایک ایستادے میں لگاؤ۔ اور منور صلیبی تاروں سے اس پر روشنی ڈالو۔ لکڑی کے ایک ٹکڑے پر ایک لمبی سلائی نصب کرو اور اس کو تختہ مناظر پر عدسہ اور صلیبی تاروں کے درمیان رکھ دو۔ اب عدسہ میں تاروں کے مخالف جانب سے دیکھو تو عدسہ اور تاروں کے درمیان تاروں کا ایک سیدھا مجازی خیال نظر آئے گا۔

اب سلائی کو ادھر اُدھر ہٹاؤ تاآنکہ مجازی خیال اور سلائی کے درمیان اختلاف منظر نہ رہے اس کے لئے عدسہ کے بالائی کنارے سے دیکھو۔ عدسہ سے سلائی کا فاصلہ خ ہے اور تاروں کا فاصلہ ش ہے۔

پس حسب سابق $\frac{1}{م} = \frac{1}{خ} - \frac{1}{ش}$

(۴) مقعر آئینہ کا طریقہ حسب شکل ۱۳۷ تختہ مناظر پر ایک مقعر آئینہ ء عدسہ ع کے پیچھے رکھو۔ ان کی وضعوں کو اس طرح ترتیب دو کہ گ سے آنے والی روشنی آئینہ سے واپس جائے تو گ ہی پر تاروں کا خیال بنے۔



شکل ۱۳۷

جب ایسی صورت ہو تو ظاہر ہے کہ شعاعیں آئینہ پر عموداً واقع ہوتی ہیں اور اسی راستے واپس جاتی ہیں۔ پس عدسہ سے خارج ہوتے وقت وہ آئینہ کے مرکز انحناء سے نکلتی ہیں۔

پس گ ع = ش اور م ع = خ۔

خ کو معلوم کرنے کے لئے عدسہ کو الگ کر دو اور آئینہ کو پردے کی طرف اتنا ہٹاؤ کہ گ پر ایک انعکاسی خیال بن جائے۔ پس آئینہ کا مرکز انحناء اب گ پر ہوا۔ اور

آئینہ کا طے کردہ فاصلہ = نا گ۔
پس نا ع = گ ع - گ نا = خ

$$\therefore \frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{س}}$$

(۵) کرویت پیما کا طریقہ

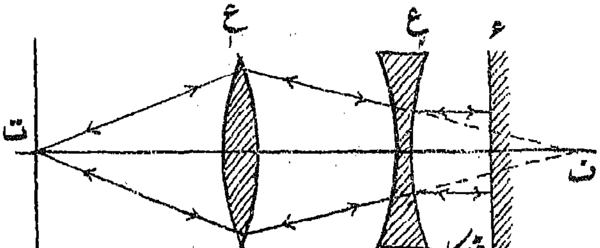
حسب سابق کرویت پیما سے عدسہ سے دونوں سطحوں کے نصف قطر انحنا ر دریافت کرو اور پھر ضابطہ

$$\frac{1}{\text{م}} = (\text{ر} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_1} - \frac{1}{\text{ص}_2}\right)$$

سے م کی قیمت حاصل کرلو۔

(۶) مستوی آئینے اور محدب عدسے کا طریقہ

حسب دستور ایک محدب عدسہ ع₁ لو۔ اس کے ایک طرف تختہ مناظر پہ صلیبی تار ت رکھو (شکل ۱۳۹)



شکل ۱۳۸

اور دوسری طرف ایک مستوی آئینہ ء رکھو۔ آئینہ اور محدب عدسہ کے بیچ میں مقعر عدسہ ع₂ رکھو۔ پس اگر ع₂ ایسی وضع میں رکھا ہو کہ ع₂ ف اس کا طول ماسکہ ہو تو ع₂ سے خارج ہوتے وقت شعاعیں محور کے متوازی ہوں گی۔ جب یہ شعاعیں آئینہ پر پڑتی ہیں تو اسی راستے لوٹ جاتی ہیں۔ اس لئے ت پر تاروں کا خیال اُن کے بازو بنے گا۔

جب یہ خیال بن جائے تو ع₂ اور ء کو دور کردو۔ اور ع₁ کو ہٹائے بغیر دیکھو کہ خیال کہاں بنتا ہے فرض کرو کہ ف پر رکھے ہوئے پردہ پر خیال بنے۔ تو ف ع₂ = مقعر عدسہ کا طول ماسکہ

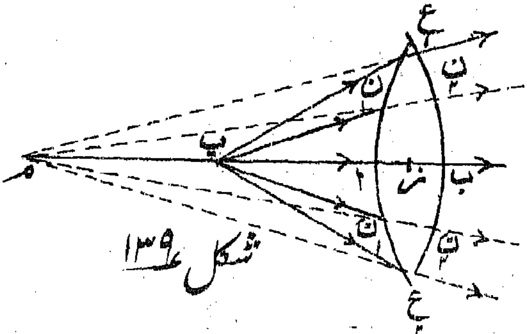
محدب الطرفین عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر انحنا کی دریافت

پہلے عدسہ کے طول ماسکہ کو مذکورہ بالا طریقوں میں سے کسی ایک سے

دریافت کر لو۔

اس کے بعد عدسہ سے وہ فاصلہ دریافت کرو جہاں کسی شخص کو رکھیں تو وہ عدسہ کے دوسرے رُخ سے پیدا شدہ انعکاسی خیال سے منطبق ہو جائے۔

شکل ۱۳۹ میں اس خیال کو دکھلایا گیا ہے۔ پ سے جو شعاع چلتی ہے اور پہلی سطح سے منعطف ہوتی ہے وہ دوسری سے انعکاس کے بعد اپنے راستے واپس آئے گی، بشرطیکہ وہ اس سطح پر علی القوائم واقع ہو۔



شکل ۱۳۹

بنا بریں منعطف شعاع ن ن نقطہ م میں سے گزرے گی۔ جو دوسری سطح کا مرکز انحنا ہے۔ روشنی کا ایک حصہ اس سطح سے منعطف ہو جائے گا، جیسا کہ شکستہ خطوط سے ظاہر کیا گیا ہے۔ پس پ کا مجازی خیال م ہے۔

لہذا اگر نر پ = د، اور نر م = ص تو

مساوات $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$ میں ش = د، خ = ص

$$\therefore \quad \frac{1}{ص} - \frac{1}{د} = \frac{1}{م}$$

$$\therefore \quad ص = \frac{د م}{د + م}$$

اسی طرح عدسہ کا رُخ بدل کر یا مبدء نور کو دوسری طرف لے جا کر دوسرا نصف قطر انحنا دریافت کیا جا سکتا ہے۔

عدسہ کا انعطاف نما | عدسہ کے شیشے کے انعطاف نما اور اس کے طول ماسکہ کے درمیان علاقہ حسب ذیل ہے۔

$$\frac{1}{م} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right)$$

$$\therefore\ (مہ - ۱) = \frac{۱}{م\left(\frac{۱}{ص_۱} - \frac{۱}{ص_۲}\right)}$$

$$\therefore\ مہ = \frac{۱}{م\left(\frac{۱}{ص_۱} - \frac{۱}{ص_۲}\right)} + ۱$$

$$= \frac{م(ص_۲ - ص_۱) + ص_۱ ص_۲}{م(ص_۲ - ص_۱)}$$

پس م کو مذکورہ بالا کسی ایک طریقہ سے دریافت کرلو۔ اور $ص_۱$ اور $ص_۲$ کو معلوم کرنے کے لئے یا تو کرویت پیما سے پیمایش کرلو یا پھر مناظری طریقہ پر ان کو دریافت کرلو، جیسا کہ ابھی گزر چکا اوپر کی مساوات میں قیمیں درج کرکے مہ کی قیمت معلوم کرلو۔

مشقی سوالات

(۱) ایک مستوی آئینہ ایک انتصابی سلائی اور ایک محدب آئینہ کے درمیان رکھا جاتا ہے۔ آئینوں کے درمیان فاصلہ ۱۲ً ہے۔ جب سلائی مستوی آئینہ سے ۲ً کے فاصلہ پر رکھی جاتی ہے تو دونوں مجازی خیال منطبق ہو جاتے ہیں۔ آئینہ کا طول ماسکہ کیا ہے؟

(۲) ایک تخت مناظر پر ایک شخص اور ایک پردہ ۱٫۴۹ سمر کے فاصلے سے نصب ہیں۔ دونو کے درمیان ایک محدب عدسے کو حرکت دی گئی تو ۳٫۱۷ سمر کے فصل سے دو وضعیں ایسی دریافت ہوئیں کہ پردے پر خیال بنے۔ عدسہ کا طول ماسکہ دریافت کرو۔

(۳) ایک محدب عدسہ ایک مقعر عدسے سے ملایا جاتا ہے تو ایک مرکب عدسہ حاصل ہوتا ہے جس کا طول ماسکہ ۳٫۱۹ سمر ہے۔ اگر محدب عدسہ وہی ہو جو اوپر سوال ۲ میں استعمال کیا گیا ہے۔ تو مقعر عدسہ کا طول ماسکہ دریافت کرو۔

(۴) ایک محدب عدسے سے ایک شخص کا حقیقی خیال حاصل کیا جاتا ہے۔ اس خیال اور عدسہ کے درمیان خیال کے سامنے ۲۵ء۲۹ سمر کے فاصلے سے ایک مقعر عدسہ رکھا جاتا ہے۔ جس سے خیال ۲۵ء۱۲ سمر پیچھے ہٹ گیا۔ مقعر عدسہ کا طول ماسکہ دریافت کرو۔

(۵) محدب عدسہ کا طول ماسکہ دریافت کرنے کے لئے ایک تجربہ (زوجی طریقے سے) کیا گیا تو حسب ذیل مشاہدات حاصل ہوئے۔

ش	خ
۷ء۳۷ سمر	۶ء۶۱ سمر
۷۵ء۴۱ "	۷ء۶۰ "
۲۵ء۴۴ "	۹ء۵۵ "

ان مشاہدات سے عدسہ کا اوسط طول ماسکہ دریافت کرو۔

(۶) ایک مقعر آئینہ سے تجربہ کیا گیا تو ش اور خ کی حسب ذیل قیمتیں حاصل ہوئیں۔

ش	خ
۲۷ سمر	۷۷ سمر
۴۰ "	۴۰ "
۵۰ "	۳۳ "
۸۰ "	۲۶ء۷ "
۱۰۰ "	۲۵ "

ان مشاہدات سے آئینہ کا اوسط طول ماسکہ ترسیماً دریافت کرو۔ نیز یہ دریافت کرو کہ اگر

ش = ۳۵ سمر

اور = ۹۰ سمر تو خیال کے محل کہاں ہوں گے۔؟

(۷) ایک محدب عدسہ سے ایک روشن جالی کا حقیقی خیال عدسہ سے ۱۵۰ سمر کے فاصلہ پر بنا۔ عدسے سے ۵۰ سمر پیچھے ایک مقعر عدسہ رکھا گیا اور اس کے پیچھے ایک مستوی آئینہ۔ اس کی وجہ سے جالی کا خیال خود جالی پر آکر بنا۔ مقعر عدسہ کا طول ماسکہ دریافت کرو۔

(۸) ایک شخص ایک پردے سے ۲۰ فٹ کے فاصلے پر ہے۔ اگر ۹" اور ۱۸" طول ماسکہ کے دو عدسے دئے جائیں اور یہ کہا جائے کہ ان سے (ا) سیدھا اور مکبر (ب) معکوس اور

مکبر خیال پردے پر حاصل کرو تو تم کیا کرو گے ؟

(۹) ثابت کرو کہ ایک محدب عدسہ کسی ایسے پردے پر حقیقی خیال نہیں بنا سکتا جس کا فاصلہ شخص سے ۴ م سے کم ہو۔

(۱۰) ایک مقعر عدسہ کے ہر دو رخوں کے نصف قطر انحنا ۱۲ اور ۲۴ سمر ہیں۔ عدسہ کے شیشے کا انعطاف نما ۱٫۵ ہے۔ طول ماسکہ کی حسابی قیمت دریافت کرو۔
اگر (ا) عدسہ مقعر الطرفین ہو (ب) عدسہ مقعر ملالیہ ہو۔

نواں باب

مناظری آلات

رویتِ واضح کا فاصلہ طبعی آنکھ کی ساخت (جس کا بیان آیندہ کیا جائے گا) ایسی ہوتی ہے کہ وہ ہر اس شئے کو بآسانی دیکھ لیتی ہے جس کا فاصلہ اس سے ۱۰، انچ یا ۲۵ سنٹی میٹر سے کم نہ ہو۔ اگر فاصلہ ۱۰، انچ سے کم ہوگا تو آنکھ بغیر تکان کے ان اشیاء کو نہیں دیکھ سکتی۔

آنکھ کے پردے پر جو خیال بنتا ہے، اس کی قامت آنکھ سے شخص مرئی کے قریب سے قریب تر ہونے کی صورت میں بڑھتی رہتی ہے، بنابریں اگر پردے پر خیال واضح طور پر بنا ہے تو شخص آنکھ سے جتنا قریب ہوگا اتنا ہی اس کی ساخت کی تفصیلات زیادہ نظر آئیں گی۔

پس اس سے ظاہر ہوا کہ اگر ہم کسی شئے کو خالی آنکھ سے بلا اعانت باریکی کے ساتھ دیکھنا چاہیں اس طرح کہ آنکھ کو تکان نہ ہو، اور نہ اس پر زور پڑے، تو لازم ہے کہ شخص کو آنکھ سے تقریباً ۱۰، انچ کے فاصلے سے رکھیں۔ اس فاصلے کو رویتِ واضح کا فاصلہ کہتے ہیں۔

مناظری آلات اور اُن کی قسمیں اگر کسی جسم کی باریک بینی مقصود ہو اور خالی آنکھ سے یہ امر انجام نہ پا سکتا ہو تو پھر آنکھ کو اعانت کی ضرورت ہوتی ہے اور یہ اعانت بالعموم مناظری آلات سے حاصل ہوتی ہے۔

اصطلاح میں مناظری آلے سے مراد عدسوں، یا عدسوں یا آئینوں کی ترکیب ہے۔

مناظری آلات سے رویت کی حدود بہت وسیع ہوگئی ہیں، چنانچہ دنیائے سائنس میں

ترقی کی ایسی نئی نئی راہیں کھل گئیں، جو بغیر ان آلات کے اب تک پوشیدہ ہی رہتیں۔
مناظری آلات جن اغراض کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں ان کے لحاظ سے ان کی تین قسمیں کی جاتی ہیں۔

(۱) **خوردبینی آلات** :- ان آلات یا خوردبینوں سے غرض یہ ہوتی ہے کہ ایسی اشیاء کو دیکھا جا سکے جن کے ابعاد اس قدر قلیل ہوں کہ خالی آنکھ سے نہ دکھائی دیتے ہوں۔

(۲) **دوربینی آلات** :- ان آلات یا دوربینوں سے یہ غرض ہوتی ہے کہ دور کی اشیاء کا مشاہدہ کیا جا سکے خواہ وہ فلکی ہوں یا ارضی۔

(۳) **تظلیلی آلات** :- ان آلات سے یہ غرض ہوتی ہے کہ ایک پردے پر کسی شخص کا مکبر یا مکسر خیال اس طرح ڈالا جائے کہ وہ ایک مجمع کو نظر آ سکے۔

اس قسم کے آلات عکسالہ مظلمہ، عکسالہ منورہ، عکسالہ، قندیل مناظر، شمسی خوردبیں ضیابرقی خوردبیں وغیرہ ہیں۔

اوپر کی پہلی دو قسموں میں خیال مجازی بنتے ہیں اور آخری قسم میں باستثناء عکسالہ منورہ سب صورتوں میں خیال حقیقی بنتے ہیں۔

مناظری آلات کی عام ساخت

پہلی دو قسم کے آلات یعنی خوردبینوں اور دوربینوں میں اصولاً دو عدسے ہوتے ہیں۔ ایک عدسہ کو دہانہ کہتے ہیں اور دوسرے کو چشمہ۔ دہانہ پر شخص سے روشنی آکر واقع ہوتی ہے۔ دہانہ اس روشنی کو ایک ماسکہ پر مجتمع کر دیتا ہے۔ جس سے ایک چھوٹا سا خیال بن جاتا ہے۔ چشمہ آنکھ کے قریب رہتا ہے اور دہانہ سے جو خیال بنتا ہے اس کو بڑا کر کے دکھلاتا ہے۔

انعکاسی دوربینوں میں دہانہ کے عدسے کے بجائے مقعر آئینہ استعمال کیا جاتا ہے۔

عام طور پر دہانہ اور چشمہ کے عدسے تعداد میں ایک سے زیادہ ہوتے ہیں تاکہ تکبیر زیادہ پیدا ہو سکے۔ اور عدسوں کے دیگر نقائص رفع ہو سکیں۔ ان عدسوں کو لمبی لمبی دھاتی نلیوں میں لگایا جاتا ہے، جن کا اندرونی حصہ سیاہ کر دیا جاتا ہے، تاکہ ترچھی شعاعوں کو جذب کر لیں ورنہ خیال کی وضاحت میں فرق پڑ جانے کا اندیشہ رہتا ہے۔ یہ نلیاں ایک دوسرے میں حرکت پذیر ہیں۔

اب ہم ہر قسم کے آلات تفصیل کے ساتھ بیان کریں گے۔

سادہ مکبر عدسہ

فرض کرو کہ طول ماسکہ م کا ایک محدب عدسہ ایک طبعی آنکھ کے بالکل سامنے رکھ دیا جائے اور عدسہ سے فاصلہ مش پر ایک شخص رکھا جائے۔ تو عدسہ اُس شخص کا خیال فاصلہ خ پر بنائے گا جس کی قیمت

$$\frac{1}{خ} = \frac{1}{مش} + \frac{1}{م}$$ ہو گی۔

اگر یہ خیال عدسہ کے سامنے ۲۵ سمر کے فاصلے سے بنے گا تو آنکھ اُس کو اچھی طرح دیکھ سکے گی۔ خیال اس سے زیادہ فاصلے پر بھی دکھائی دے گا لیکن اس سے کم فاصلے پر اچھی طرح نظر نہ آئے گا۔ پس خ کی قیمت + ۲۵ سمر اور +∞ کے درمیان ہر قیمت ہو سکتی ہے۔

عدسہ کے مرکز میں سے جتنی شعاعیں گزرتی ہیں سب بغیر انحراف کے گزرتی ہیں۔ اس لئے شخص اور خیال دونوں مرکز عدسہ پر مساوی زاویئے بنائیں گے۔ چونکہ عدسہ آنکھ کے بالکل قریب ہے اس لئے شخص اور خیال سے آنکھ پر جو زاویئے بنیں گے وہ عملاً وہی ہوں گے جو عدسہ کے مرکز پر بنتے ہیں۔

اب ایک چھوٹا شخص جس کا طول شہ ہو وہ عدسہ کے مرکز پر زاویہ $\frac{شہ}{مش}$ بنائے گا۔ یہی وہ زاویہ ہے جو خیال بھی مرکز عدسہ پر بناتا ہے۔

پس عدسہ میں سے مرئی خیال آنکھ پر جو زاویہ بنائے گا وہ = $\frac{شہ}{مش}$

پس آنکھ کے پردے پر خیال کی قامت جبکہ مکبر عدسہ استعمال ہو ∝ $\frac{شہ}{مش}$

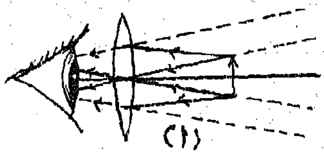
اور بلا اعانت خالی آنکھ سے سب سے بڑا مرئی خیال ∝ $\frac{شہ}{۲۵}$

∴ عدسہ کی تکبیری طاقت = $\frac{شہ}{مش} \div \frac{شہ}{۲۵}$

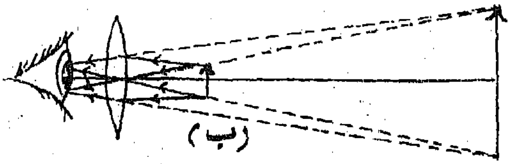
$$= \frac{۲۵}{مش}$$

عدسہ کی تکبیری طاقت کا انحصار ایک حد تک اس کے طریقۂ استعمال پر ہوتا ہے یعنی اس وضع پر جس میں حاصل خیال بنتا ہے۔ چنانچہ ہم دو انتہائی صورتیں لیتے ہیں پہلی صورت میں تو (شکل نمبر ۱۴۰ ۲) میں خیال آنکھ سے بہت دور لاتناہی پر بنتا ہے

اور دوسری صورت میں (شکل ۱۴۰ ب) خیال ۲۵ سمر کے فاصلہ پر بنتا ہوا لیا گیا ہے۔



پہلی صورت :- "خیال لا تناہی پر" خیال کے لا تناہی پر بننے کے لئے ضروری ہے کہ شخص عدسہ کے دوسرے صدر ماسکہ پر ہو یعنی ش = ـــ م



شکل ۱۴۰

$$\therefore \text{تکبیری طاقت} = \frac{۲۵}{ش} = \frac{۲۵}{-م}$$

یعنی عدسہ کی تکبیری طاقت جبکہ خیال لا تناہی پر بنے $= \frac{۲۵}{م}$

دوسری صورت :- "خیال رویت واضح کے فاصلہ پر" عدسہ کے سامنے ۲۵ سمر کے فاصلہ پر خیال بننے کے لئے ضروری ہے کہ شخص کا فاصلہ عدسہ کے طول ماسکہ سے کسی قدر کم ہو۔ اس کے لئے ش کی قیمت ذیل کی مساوات سے حاصل ہوتی ہے۔

$$\frac{۱}{م} = \frac{۱}{ش} - \frac{۱}{۲۵+}$$

$$\text{یا} \quad \frac{۲۵}{ش} \quad = ۱ - \frac{۲۵}{م}$$

پس عدسہ کی تکبیری طاقت جبکہ خیال رویت واضح کے فاصلے پر بنے $= ۱ - \frac{۲۵}{م}$

$$= \frac{۲۵}{م} + ۱$$

اگر عدسہ کا طول ماسکہ بہت چھوٹا ہو تو ہر دو صورتوں میں تکبیری طاقتوں کا فرق کچھ زیادہ نہ ہوگا۔ تکبیری طاقت کی قیمت اعظم اس وقت ہوتی ہے جبکہ خیال رویت واضح کے فاصلے

پر بنے۔ اسی لئے جب کبھی عدسہ کی تکبیری طاقت کا ذکر کیا جاتا ہے تو یہی قیمت مراد ہوتی ہے، جب تک کہ اس کے خلاف صراحت نہ کی جائے۔

تکبیری طاقت کی مذکورہ بالا قیمتیں وہ ہیں جبکہ م سنٹی میٹروں میں پیمائش کیا جائے۔ اگر ماسکی طول انچوں میں ہو تو۔

$$\text{تکبیری طاقت} = 1 + \frac{10}{\text{م (انچ)}}$$

مکسّر عدسہ مقعر عدسہ کو اگر مذکورہ بالا طریقہ پر استعمال کیا جائے تو اس سے آنکھ کے پردے پر ایک مکسّر خیال بنے گا۔ مذکورہ بالا قیمت سے اس کی تصدیق بآسانی ہو جاتی ہے، کیونکہ مقعر عدسہ کے لئے م مثبت ہوتا ہے۔ اس لئے $\frac{25}{\text{م}}$ ہمیشہ منفی ہوگی اور اس لئے "تکبیری طاقت" ایک سے کم ہوگی۔

اگر عدسہ کا طول ماسکہ ۲۵ سمر سے کم ہو تو کسی حقیقی شخص کا خیال رویت واضح کے فاصلے سے ہمیشہ کم فاصلے پر بنے گا جبکہ عدسہ آنکھ کے قریب رکھا جائے۔ بنا بریں خیال کو آنکھ بلا مکان نہیں دیکھ سکتی۔

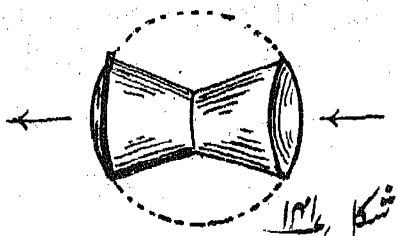
جیبی خوردبیں اوپر ہم نے ایک منفرد محدب کو بطور مکبر عدسہ کے استعمال کیا ہے۔ ایسے عدسہ کی طاقت اگر بڑی ہو تو اس کو سادہ خوردبیں کہتے ہیں۔ یہ عدسہ اس وقت بہت اچھا کام دیتا ہے جبکہ ایک طرف مستوی اور ایک طرف محدب ہو اور مستوی سطح کو آنکھ کے قریب رکھا جائے۔

تکبیری طاقت طول ماسکہ کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔ لیکن تجربہ سے معلوم ہوا ہے کہ جب عدسہ کا طول ماسکہ گھٹا دیا جاتا ہے تو خیال مسخ ہو جاتا ہے اور اس میں لونی نقائص پیدا ہو جاتے ہیں۔ بنا بریں ایک منفرد عدسہ اسی وقت تک اچھا کام دیتا ہے جب تک کہ اس کا طول ماسکہ ایک انچ سے کم نہ ہو۔ پس اگر تکبیری طاقت بڑھانا ہے تو بجائے ایک عدسہ کے عدسوں کی ایک ترکیب استعمال کرنی چاہیئے۔

جیبی مکبروں یا سادہ خوردبین کی سادہ ترین مثالیں حسب ذیل ہیں۔

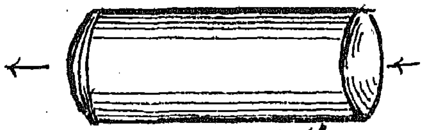
(۱) کاڈنگٹنی عدسہ اس عدسہ کو وولسٹن نے ایجاد کیا تھا۔ یہ عدسہ شیشے کا ایک کرّہ ہوتا ہے۔ جس میں چاروں طرف ایکسانالی

سی کاٹ دی جاتی ہے اور صرف بیچ میں (شکل ۱۴۱) ایک مرکزی راستہ چھوڑ دیا جاتا ہے جس میں سے شعاعیں گزر سکتی ہیں۔



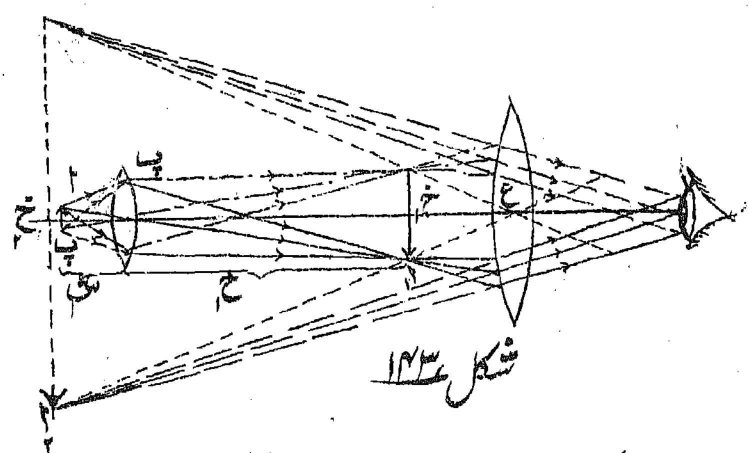
شکل ۱۴۱

(۲) اسٹانہوپی عدسہ یہ عدسہ شیشے کا ایک اسطوانہ ہوتا ہے، جس کے سرے غیر مساوی نصف قطر کی کروی سطحیں ہوتی ہیں۔ ان کے ابعاد ایسے رکھے جاتے ہیں کہ جب کوئی چھوٹا شخص کم انحنا والی سطح سے ملحق رکھا جائے تو دوسرے سرے پر آنکھ کو ایک واضح اور مکبر خیال نظر آئے۔ (شکل ۱۴۲)



شکل ۱۴۲

مرکب خوردبین مرکب خوردبین میں دو سادہ محدب عدسے یا عدسوں کے دو نظام استعمال کئے جاتے ہیں۔ دونوں عدسوں کے یا دونوں



شکل ۱۴۳

نظاموں کے معادل ماسکی طول چھوٹے ہوتے ہیں۔

شخص ص کو ان عدسوں میں سے ایک کے سامنے رکھتے ہیں اس عدسہ کو خوردبین کا دہانہ کہتے ہیں اس سے خ پر ایک مکبر خیال بنتا ہے۔ اور خ دوسرے عدسہ ع کے طول ماسکہ کے اندر ہی ہوتا ہے۔ اس عدسہ کو چشمہ کہتے ہیں۔ (شکل ۱۴۳) اس مکبر خیال کو چشمہ میں سے دیکھتے ہیں جس سے آنکھ کو شخص کا خیال خ پر نظر آتا ہے۔ جو آنکھ سے ۲۵ سم کے فاصلے پر ہوتا ہے۔

شخص میں تکبیر اس طرح دو مرتبہ میں ہوتی ہے۔ پس مرکب خوردبین میں سے دیکھنے پر پہلی تکبیر تو دہانہ سے پیدا ہوتی ہے اور دوسری چشمہ کی وجہ سے۔

دہانہ کی وجہ سے تکبیر | دہانہ سے پیدا شدہ تکبیر سے مراد خیال خ اور شخص ا ب کے قامتوں کی نسبت ہے۔

اگر دہانہ سے خیال خ کا فاصلہ = خ

" " شخص ا ب " = ش

اور " " پیدا شدہ تکبیر = ط

تو ط = $\frac{\text{قامت خیال}}{\text{قامت شخص}}$ = $\frac{\text{خ}}{\text{ش}}$

چشمہ کی وجہ سے تکبیر | خیال خ کو چشمہ مکبر کر دیتا ہے۔ اس کا عمل مثل ایک منفرد عدسے کے ہے۔

پس اگر چشمہ سے پیدا شدہ تکبیر = ط چ

تو ط چ = ۱ + $\frac{۲۵}{\text{م}_۲}$ (دیکھو اوپر)

جہاں م۲ = چشمہ کا طول ماسکہ۔

مرکب خوردبین سے پیدا شدہ تکبیر | مرکب خوردبین سے پیدا شدہ تکبیر

= مجموعی تکبیر

= ط × ط چ

= $\frac{\text{خ}}{\text{ش}} \times \left(۱ + \frac{۲۵}{\text{م}_۲}\right)$

اب اگر دونوں عدسوں کے طول ماسکہ بہت چھوٹے ہوں تو خ کافی بڑا ہو گا۔ اور ش قریب قریب م (دہانہ کا طول ماسکہ) کے مساوی ہو گا۔ اور خ ہر دو عدسوں کے درمیانی فاصلے یعنی خوردبین کی نلی کے طول ' ل ' کے مساوی ہو گا۔

∴ مرکب خوردبین سے پیدا شدہ تکبیر = $\frac{ل}{م_۱}(۱ + \frac{۲۵}{م})$

اگر ہم $ط_چ = ۱ + \frac{۲۵}{م_۲} = \frac{۲۵}{م_۲}$ تقریباً لے لیں تو مرکب خوردبین

کی تکبیری طاقت کی تقریبی قیمت کے لئے ہم

$ط_د = \frac{ل}{م_۱}$ اور $ط_چ = \frac{۲۵}{م_۱}$ لے سکتے ہیں۔

پس　تکبیری طاقت = $\frac{۲۵\, ل}{م_۱\, م_۲}$ (تقریباً)

بشرطیکہ ل، $م_۱$، $م_۲$ کی پیمائش سنٹی میٹروں میں ہو۔
اگر ان مقداروں کو انچوں میں پیمائش کیا جائے تو
تکبیری طاقت = $\frac{۱۰\, ل}{م_۱\, م_۲}$ (تقریباً)

مرکب خوردبین میں سے شعاعوں کا راستہ

کسی شخص سے روشنی مرکب خوردبین میں سے جس طرح گزرتی ہے اس کی کیفیت شکل ۱۴۳ سے واضح ہے۔

پہلے اُن شعاعوں کو دیکھو جو شخص کے نقطہ ۱ سے خوردبین میں داخل ہو رہی ہیں۔ ۱ سے دو شعاعیں دکھلائی گئی ہیں۔ دہانہ کے عدسے سے انعطاف کے بعد یہ شعاعیں نقطہ $۱_۱$ میں سے گزرتی ہیں۔ اس لئے ۱ کا خیال $۱_۱$ پر بنے گا۔

$۱_۱$ میں سے گزرنے کے بعد شعاعیں چشمہ ع کی طرف چلتی ہیں۔ اب وہ خیال $۱_۱$ سے منتشر ہو رہی ہیں۔ $۱_۱$ سے ع تک کا فاصلہ ع کے طول ماسکہ سے کچھ ہی کم ہے۔ بنابریں چشمہ سے جو شعاعیں نکلیں گی وہ کسی نقطہ $۱_۲$ سے منتشر ہوں گی۔

جس آنکھ میں یہ شعاعیں پہنچیں گی وہ $۱_۲$ پر $۱_۱$ (اور ۱ کا بھی) کا ایک خیال دیکھے گی

یہ خیال آنکھ سے تقریباً ۲۵ سمر کے فاصلے پر بنتا ہے۔ دہانہ کے عدسے سے چونکہ حقیقی خیال بنتا ہے اس لئے وہ یعنی ا، پر خیال معکوس ہوگا اور چشمہ کے عدسے سے چونکہ مجازی خیال بنتا ہے اس لئے ا، پر ا، کا خیال مجازی اور سیدھا ہوگا۔ لہذا ا کے لحاظ سے وہ معکوس ہوگا۔ پس شخص اصلی کا آخر میں خیال مرکب خوردبین میں معکوس بنتا ہے۔

اسی طرح شخص کے کسی دوسرے نقطہ کی شعاعیں بھی معلوم کی جا سکتی ہیں۔ ہر شعاع ہوائی خیال خ پر ایک نقطہ پیدا کرے گی اور اس نقطہ میں سے گزرنے کے بعد چشمہ سے منعطف ہو کر آخری مجازی خیال میں متناظر نقطہ پیدا کرے گی۔

عینی حلقہ | شکل ۱۲۸ میں جو شعاعیں دکھلائی گئی ہیں ان سے ایک اہم بات یہاں مستنبط ہوتی ہے۔

اگر ہم دہانہ کے نقطوں پ، ق، ر سے چلنے والی شعاعیں لیں تو ان میں سے شعاعوں کا ہر مجموعہ چشمہ سے اُدھر متناظر نقطوں پَ، قَ، رَ میں سے گزرے گی۔ پ کو شخص تصور کیا جائے تو ظاہر ہے کہ پَ چشمہ میں پ کا خیال ہے۔ پس پَ قَ رَ چشمہ میں دہانہ کا خیال ہوگا۔

اب دہانہ سے جو شعاعیں آئیں گی وہ لامحالہ اس کے خیال پَ قَ رَ میں سے گزریں گی۔ پس پَ قَ رَ پر اگر آنکھ ہوگی تو اس کو دہانہ میں داخل ہونے والی ساری روشنی پہنچے گی۔ آنکھ اس وضع میں ہوگی تو میدان نظر اعظم ہوگا اور خیال کی درخشانی بھی اعظم ہوگی۔ اگر آنکھ چشمہ سے قریب تر ہوگی یا اس سے دور تر تو میدان نظر کم ہو جائے گا اور خیال کی تنویر میں بھی کمی واقع ہو جائے گی۔

چشمہ میں دہانہ کا جو خیال بنتا ہے اس کو عینی حلقہ کہتے ہیں، کیونکہ یہ اس وضع میں ہے جہاں آنکھ کو خوردبین استعمال کرتے وقت ہونا چاہیئے۔

اکثر خوردبینوں میں عینی حلقہ چشمہ کے بہت قریب ہوتا ہے، لیکن بعض خوردبینوں میں عینی حلقہ چشمہ سے کسی قدر دُور ہوتا ہے، اس لئے چشمہ جس حلقہ میں لگایا جاتا ہے اس کی شکل پیالے کی سی ہوتی ہے تاکہ جب آنکھ اس کے کنارے پر ہو تو وہ عینی حلقہ پر ہو۔

دوربین | دوربین کسی دُور کی شئے کا مجازی اور مکبر خیال پیدا کرنے کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔

دوربین ایک طویل ماسکہ عدسہ یا آئینہ پر مشتمل ہوتی ہے جس کو دہانہ کہتے ہیں۔ اور ایک دوسرا قصیر ماسکہ عدسہ یا آئینہ ہوتا ہے جس کو چشمہ کہتے ہیں۔ دوربین اپنی **طبعی ترتیب** میں اس وقت ہوتی ہے جب کہ چشمہ کا صدر ماسکہ دہانہ کے صدر ماسکہ سے منطبق ہو جائے۔

طبعی ترتیب میں دوربین کی طاقت تکبیر

جب دوربین سے دور کے کسی شخص کو دیکھتے ہیں، تو دوربین میں داخل ہونے والی روشنی اس طرح منعطف ہوتی ہے کہ شخص کا خیال دہانہ کے صدر ماسکہ پر بنتا ہے۔

اگر ما = دہانہ کا طول ماسکہ

لا = شخص کا فاصلہ دہانہ سے

$$\text{تو}\quad \frac{\text{قامت خیال}}{\text{قامت شخص}} = \frac{\text{قا خ}}{\text{قا ش}} = \frac{\text{ما}}{\text{لا}}$$

جہاں تک چشمہ کا تعلق ہے دہانہ سے جو خیال بنتا ہے وہ چشمہ کے لئے بمنزلہ شخص کے ہوگا۔ جب دوربین طبعی ترتیب میں ہوگی تو یہ خیال چشمہ کے صدر ماسکہ پر واقع ہوگا۔ اس لئے چشمہ دوربین سے شعاعوں کو متوازی بنا کر نکالے گا جس آنکھ میں یہ شعاعیں پہنچیں گی اس کو یہ شعاعیں دوربین کے سامنے معتدبہ فاصلے سے آتی معلوم ہوں گی۔ پس آنکھ شخص کا ایک مجازی خیال دیکھے گی، جس کا فاصلہ شخص کے فاصلے سے مقابلہ کر سکے گا۔

اگر ہم یہ فرض کرلیں کہ یہ خیال فی الواقع شخص پر جاکر منطبق ہو جاتا ہے؛ اور چشمہ کا طول ماسکہ م ہو تو مرئی مجازی خیال کی قامت قاَخ ہوگی جہاں

$$\frac{\text{قاَ خ}}{\text{قا خ}} = \frac{\text{لا}}{\text{م}}$$

اب آخری خیال کی قامت کو شخص اصل کی قامت کی رقموں میں یوں ادا کر سکتے ہیں۔

$$\frac{\text{قاَ خ}}{\text{قا شہ}} = \frac{\text{قاَ خ}}{\text{قا خ}} \times \frac{\text{قا خ}}{\text{قا شہ}} = \frac{\text{لا}}{\text{م}} \times \frac{\text{ما}}{\text{لا}} = \frac{\text{ما}}{\text{م}}$$

چونکہ خیال اور شخص آنکھ سے مساوی فاصلے پر ہیں اس لئے آنکھ کے پردے پر جو خیال بنیں گے وہ خیال اور شخص کی اصلی قامتوں کے متناسب ہوں گے۔

اس لئے

طبعی ترتیب میں دوربین کی تکبیری طاقت = دہانہ کا طول ماسکہ / چشمہ کا طول ماسکہ

دوربین کی قسمیں

دوربینیں دو قسم کی ہوتی ہیں۔ (۱) انعکاسی اور (۲) انعطافی۔

جس دوربین میں دہانہ کے لئے آئینہ استعمال کیا جائے اس کو انعکاسی دوربین کہتے ہیں۔ اور جس دوربین میں دہانہ کے لئے عدسہ استعمال کیا جائے اس کو انعطافی دوربین کہتے ہیں۔

انعکاسی دوربین

ان دوربینوں میں مقعر مکافی آئینہ بطور دہانہ کے استعمال ہوتا ہے۔ ایسے آئینے سے اس کے محور پر صحیح ماسکہ حاصل ہوتا ہے۔

اس لئے یہ دوربینیں فلکیات کے لئے زیادہ موزوں ہیں۔

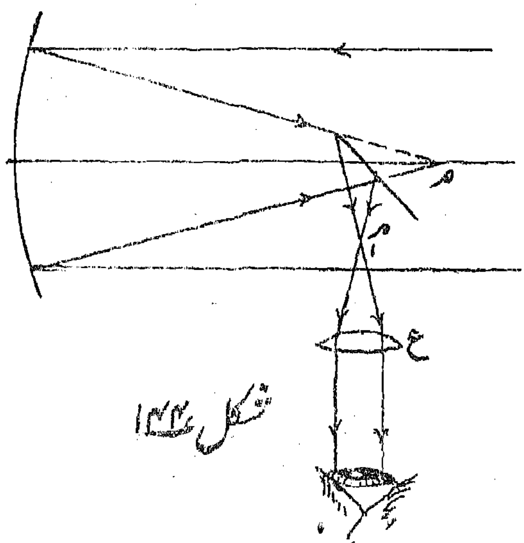
ذیل میں ہم چند انعکاسی دوربینوں کا حال بیان کریں گے۔

نیوٹنی انعکاسی دوربین یا نیوٹنی عاکس

جب دور کے کسی شخص سے نیوٹنی دوربین کے محور پر روشنی واقع ہوتی ہے۔ تو شعاعیں دہانہ سے منعکس ہو کر نقطہ م پر متفرق ہوتی ہیں۔ جو مکافی آئینہ کا ماسکہ ہے۔ (شکل ۱۴۴)

آئینہ اور اس نقطہ کے درمیان ایک مستوی آئینہ اس طرح لگایا جاتا ہے کہ آئینہ کا مستوی آلہ کے محور سے ۴۵° کا زاویہ بنائے۔ روشنی اس طرح ۹۰° میں منصرف ہو جاتی ہے اور م۱ پر ماسکہ میں آتی ہے۔

م۱ پر جو خیال بنتا ہے اس کو دیکھنے کے لئے پہلو میں ایک عدسہ ع استعمال کیا جاتا ہے۔



شکل ۱۴۴

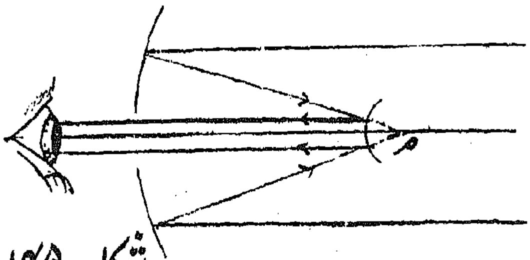
اس عینی عدسہ کا ماسکہ بھی م پر ہوتا ہے۔ اس سے جو شعاعیں نکلتی ہیں وہ متوازی ہو کر نکلتی ہیں۔ اس لئے جب آنکھ تک یہ شعاعیں پہنچیں گی اس کو شخص کا ایک مجازی مکبر خیال نظر آئے گا۔

پیدا شدہ تکبیر = آئینہ کا طول ماسکہ / عینی عدسہ کا طول ماسکہ

کیسیگرینی عاکس

نیوٹنی عاکس میں ایک بڑی دقت یہ ہے کہ آنکھ کو مرئی شخص کی سمت سے ۹۰° کی سمت میں دیکھنا پڑتا ہے۔

کیسیگرینی عاکس میں یہ دقت اس طرح رفع کی گئی ہے کہ نیوٹنی عاکس کے مستوی آئینہ اور عینی عدسہ کے بجائے ایک محدب آئینہ استعمال کیا جاتا ہے۔ محدب آئینہ کا محور وہی ہے جو مقعر آئینہ کا ہے۔ محدب آئینہ اس طرح لگایا جاتا ہے کہ اس کا صدر ماسکہ اور مقعر آئینہ کا صدر ماسکہ دونوں ایک ہی محل پر ہوں۔ جو روشنی م پر مستدق ہوتی ہے۔ یعنی مقعر آئینہ کے صدر ماسکہ پر وہ منعکس ہو کر متوازی شعاعوں میں نکلتی ہے (شکل ۱۴۵)



شکل ۱۴۵

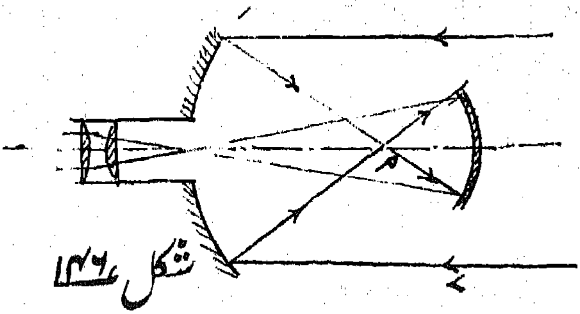
دہانہ کے مرکز میں ایک چھوٹا سا سوراخ بنا دیا جاتا ہے تاکہ یہ متوازی شعاعیں اس میں سے نکل سکیں۔ اس سوراخ پر جو آنکھ ہوگی اس کو دور کے شخص کا ایک مکبر مجازی خیال نظر آئے گا۔

پیدا شدہ تکبیر = مقعر آئینہ کا طول ماسکہ / محدب آئینہ کا طول ماسکہ

گریگوروی عاکس

یہ عاکس بھی کیسیگرینی عاکس کی طرح ہے۔ اس میں بجائے محدب آئینہ کے ایک مقعر آئینہ استعمال کیا جاتا ہے۔ اس میں

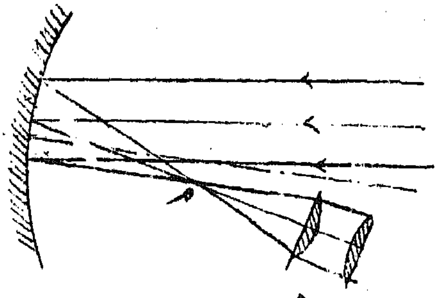
ماسکہ ہر دو آئینوں کے درمیان ہوتا ہے۔ باقی عمل اس کا اوپر کے عاکس کی طرح ہے۔ ہر دو صورتوں میں آنکھ کی جگہ عینی عدسہ یا چشمہ استعمال کیا جا سکتا ہے



شکل ۱۴۶

ہرشلی عاکس

اس عاکس میں آئینہ کا محور ایک طرف مائل کر دیا جاتا ہے۔ (شکل ۱۴۷) اس لئے واقع شعاعیں اب محور سے ایک زاویہ بناتی ہیں۔



شکل ۱۴۷

بعد انعکاس یہ سب شعاعیں م پر منطبق ہوتی ہیں۔ پس جس آنکھ میں یہ شعاعیں پہنچیں گی اس کو دور کے شخص کا ایک حقیقی خیال نظر آئے گا۔ آنکھ کی جگہ اگر ایک معین عدسہ رکھ دیا جائے جس کا ماسکہ م پر ہو تو عدسہ سے نکلنے پر شعاعیں متوازی ہو جائیں گی اور پھر اُن کو بآسانی دیکھا جا سکتا ہے۔

انعکاسی دوربینوں کے نقائص اور ان کی خوبیاں

ان دوربینوں میں خاص خوبی یہ ہے کہ خیال بالکل واضح اور بے رنگ حاصل ہوتا ہے۔ اس کے لئے صرف اتنا کرنا پڑتا ہے کہ صرف ایک سطح کو گھس کر صحیح مکافی شکل دینا ہوتی ہے۔

فلکیات میں ان سے یہ فائدہ ہے کہ ستاروں وغیرہ کی روشنی کی زیادہ سے زیادہ مقدار حاصل کرنے کے لئے بڑے بڑے مقعر آئینہ استعمال کئے جا سکتے ہیں، چنانچہ امریکہ کی رصدگاہ کوہ ولسن پر جو آئینہ (نیوٹنی عاکس میں) استعمال کیا جاتا ہے اس کا سہوہ ۱۰۰ انچ کا ہے۔

اور ارل آف راس نے ہرشلی عاکس کا جو نمونہ تیار کیا اس میں آئینہ کا سہو ۶ فٹ یا ۷۲ انچ ہے۔

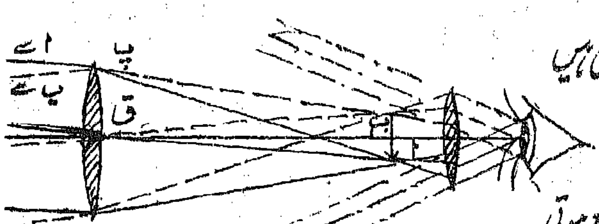
البتہ ان دوربینوں میں جو خیال بنتا ہے وہ اتنا روشن نہیں ہوتا جتنا کہ انعطافی دوربینوں میں۔

انعطافی دوربینیں

انعطافی دوربینوں کی چند قسمیں یہاں بیان کی جائیں گی۔

(۱) فلکی دوربین

فلکی دوربین میں ایک مستدق عدسہ بطور دہانہ استعمال کیا جاتا ہے اور کم طول ماسکہ کا ایک دوسرا عدسہ یا عدسی نظام بطور چشمہ استعمال کیا جاتا ہے جب ایسی دوربین سے کسی دور کے شخص کو دیکھا جاتا ہے تو شخص کا ایک خیال خ پر بنتا ہے جو دہانے کا ماسکہ ہے شخص کے بالائی سرے ا سے جو متوازی شعاعیں آتی ہیں وہ اس مقام پر خیال اَ پیدا کرتی ہیں اور شخص کے زیریں سرے ب سے آنے والی شعاعیں بَ پر ماسکہ میں آتی ہیں۔ (شکل ۱۴۸) اس طرح اَ بَ شخص ا ب کا ایک معکوس خیال ہے۔



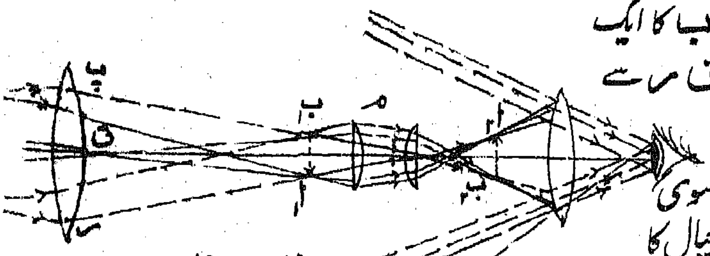
شکل ۱۴۸

ا سے جو شعاعیں چلتی ہیں وہ اَ پر سے گزرنے کے بعد چشمہ پر منتشر ہو کر واقع ہوتی ہیں چشمہ اس طرح رکھا جاتا ہے کہ خ چشمہ کا ماسکہ ہوتا ہے۔ بنا بریں ا سے جو شعاعیں منتشر ہوں گی وہ چشمہ سے خارج ہونے پر متوازی شعاعوں کی صورت میں نکلیں گی۔ ب سے منتشر ہونے والی شعاعوں کی بھی یہی کیفیت ہے۔ جس آنکھ تک یہ شعاعیں پہنچیں گی۔ اس کو شخص کا خیال بہت فاصلہ پر نظر آئے گا آنکھ پر یہ خیال وہی زاویہ بنائے گا جو چشمہ سے خارج ہوتے وقت اَ اور بَ کی شعاعیں بناتی ہیں۔ یہ زاویہ اس زاویہ سے بڑا ہے جو شخص آنکھ پر بناتا ہے۔ اس لئے دوربین میں جو خیال نظر آئے گا وہ مکبر خیال ہوگا۔

ساتھ ہی یہ خیال معکوس بھی ہوگا، جیسا کہ شکل سے ظاہر ہے۔

(۲) ارضی دوربین فلکی اغراض کے لئے خیال کا معکوس ہونا مضر نہیں۔ اس وجہ سے جو دوربین اوپر بیان کی گئی اس کو فلکی دوربین کہتے ہیں لیکن ارضی اغراض کے لئے یہ دوربین بالکل مفید نہیں۔ البتہ زائد عدسوں کو مناسب طریقے پر استعمال کرکے فلکی دوربین کو ارضی دوربین بنایا جا سکتا ہے۔

چنانچہ ارضی دوربین کا اصول ذیل کی شکل ۱۴۹ سے واضح ہو جائے گا۔



شکل ۱۴۹

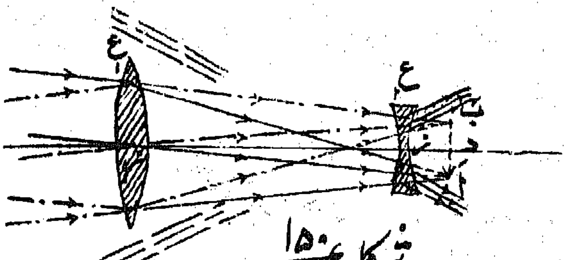
دور کے شخص ا ب کا ایک خیال دہانہ پ ق ما سے ا۱ ب۱ بنتا ہے۔ مقوم عدسوی نظام م۔ اس خیال کا ایک حقیقی معکوس خیال ا۲ ب۲ پر بناتا ہے اور چشمہ اس خیال کو بڑا کرکے دکھلاتا ہے۔

یوں تو اگر عدسوی نظام کے بجائے صرف ایک عدسہ استعمال کیا جائے تو بھی خیال سیدھا ہو جاتا ہے، لیکن عملاً ایک عدسہ کے بجائے ہمیشہ ایک عدسوی نظام استعمال کیا جاتا ہے تاکہ عدسوں کے نقائص بڑی حد تک دور ہو سکیں۔

اس ارضی دوربین میں ایک خاص نقص یہ ہے کہ اس کا طول بہت بڑا رکھنا پڑتا ہے۔ چنانچہ فلکی دوربین سے اس دوربین کا طول م بقدر مقوم عدسوی نظام کے طول ماسکہ کے کم از کم چار گنا زیادہ ہوتا ہے۔ خیال کی اس طرح کی تقویم سے ایک دوسرا نقصان یہ ہے کہ دوربین میں ضلالت بڑھ جاتی ہے اور میدان نظر گھٹ جاتا ہے اس سے مفر اسی وقت ہو سکتا ہے جبکہ مقوم بڑے سہوہ کا ایک عدسہ ہو اور اسی میں کروی اور لونی ضلالتوں کی پوری پوری تصحیح کر دی گئی ہو۔

(۳) گیلیلیوی دوربین گیلیلیو کی دوربین میں دہانہ نسبتاً بڑے طول ماسکہ کا ایک محدب عدسہ ہوتا ہے، اور چشمہ نسبتاً کم طول ماسکہ کا ایک مقعر عدسہ۔ جب دور کے کسی فاصلے سے محور پر واقع شخص سے روشنی دہانہ میں داخل

ہوتی ہے تو شعاعیں دہانہ کے عدسے سے اس طرح منعطف ہوتی ہیں کہ ایک نقطہ خ پر متدق ہو جاتی ہیں، یہ نقطہ خ دہانہ کے عدسہ کا صدر ماسکہ ہے۔ دہانہ کے عدسہ اور اس کے صدر ماسکہ



شکل نمبر ۱۵۰

کے درمیان ایک مقعر عدسہ داخل کیا جاتا ہے۔ اس عدسہ کا صدر ماسکہ بھی خ پر ہوتا ہے اسی وجہ سے مقعر عدسہ متدق شعاعوں کو متوازی شعاعوں میں تبدیل کر دیتا ہے۔
پس جب آنکھ میں یہ شعاعیں پہنچیں گی وہ شئے کا ایک بڑا اور مجازی خیال دیکھے گی۔
(شکل نمبر ۱۵۰)

خارج ہونے والی شعاعیں ایک دوسرے سے متسع ہوتی ہیں، اس لئے آنکھ کو چشمہ سے حتی الامکان نزدیک ہی رکھنا چاہیئے تاکہ زیادہ سے زیادہ میدان نظر میں آسکے۔

اس دوربین میں جو خیال نظر آتا ہے وہ شخص کے لحاظ سے سیدھا ہوتا ہے، اس لئے یہ دوربین معمولی ارضی اغراض کے لئے موزوں ہے۔ چنانچہ اس کو "دوربا" اور میدانی دوربین کے طور پر بکثرت استعمال کرتے ہیں۔

مناظری حیثیت سے اس دوربین میں بہت سے نقائص ہیں۔ چشمہ میں بالعموم لونی ضلالت کی تصحیح نہیں ہوتی۔ اور چونکہ سہوہ بڑا ہوتا ہے اور طول ماسکہ کم اس لئے کروی ضلالت بھی کافی ہوتی ہے۔ ایسی دوربین میں جو خیال بنتا ہے اس کے کنارے پر رنگین دھاریاں سی نظر آتی ہیں، اور ایک حد تک خیال مسخ بھی ہو جاتا ہے۔

شکل میں اگر ع۱ = دہانہ کا عدسہ
ع۲ = چشمہ کا عدسہ
مس۱ = دہانہ کے عدسہ کا مرکز
مس۲ = چشمہ " " "
تو مس۲خ = چشمہ کے عدسہ کا طول ماسکہ
مس۱خ = دہانہ " " "

پیدا شدہ تکبیر = ن۲ پر آخری خیال سے بننے والا زاویہ / ن۱ " " درمیانی " " "

$$= \frac{\text{أ ن۲ ب}}{\text{أ ن۱ ب}} = \frac{\text{أ ن۲ ب}}{\text{أ ن۱ ب}}$$

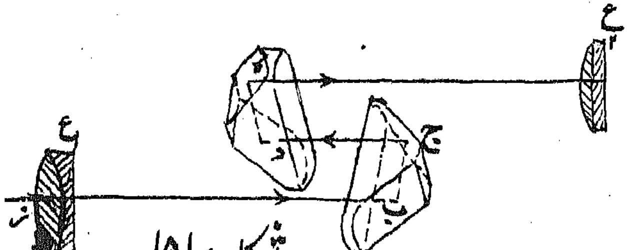
اب أ ن۱ ب = $\frac{\text{أب}}{\text{ن۱خ}}$ اور أ ن۲ ب = $\frac{\text{أب}}{\text{ن۲خ}}$ (جبکہ زاویئے قلیل ہوں)

$$\therefore \text{تکبیر} = \frac{\text{ن۱خ}}{\text{ن۲خ}} = \frac{\text{دہانہ کا طول ماسکہ}}{\text{چشمہ کا طول ماسکہ}}$$

آپرا یا میدانی دوربین | یہ دوربین دراصل گیلیلیوی دوربین کا دوسرا نام ہے۔ اس لئے یہاں مزید تشریح کی ضرورت نہیں۔

منشوری دوہری دوربین | میدانی دوربین کی طاقت تکبیر جب زیادہ کردی جائے اور میدان نظر اس کا بڑھا دیا جائے تو اس کو منشوری دوربین کہتے ہیں۔ اس کو دوہری اس وجہ سے کہتے ہیں کہ ہر آنکھ کے لئے ایک ایک دوربین ہوتی ہے۔ اس کی تشریح حسب ذیل ہے۔ (شکل ۱۵۱)

دہانہ ع سے شعاع ن۱ ب ایک قائمۃ الزاویہ منشور ب ج پر واقع ہوتی ہے۔ ب اور ج پر واقع ہوتی ہے۔ ب اور ج پر شعاع کلی طور پر منعکس ہوتی



شکل ۱۵۱

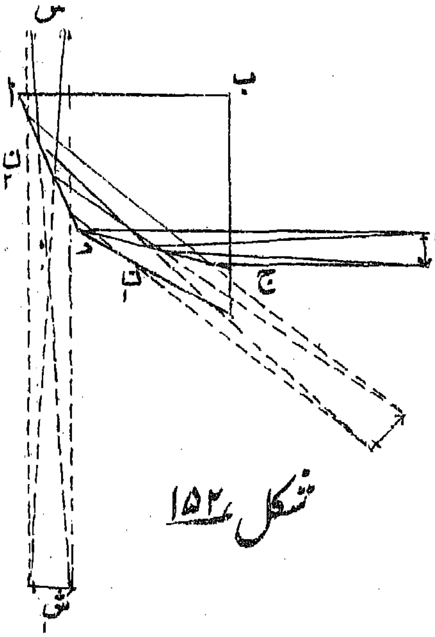
ہے۔ اس طرح اس کی سمت اُلٹ جاتی ہے اور پھر وہ ایک دوسرے قائمۃ الزاویہ منشور د ہ پر واقع ہوتی ہے، جہاں پھر وہ د اور ہ پر کلی طور پر منعکس ہوتی ہے۔ ہر دو منشور ایک دوسرے کے علی القوائم ہوتے ہیں۔ دوسرے منشور سے جب شعاع خارج ہوتی ہے تو اس

کی سمت وہی ہوتی ہے جو دہانہ سے نکلتے وقت تھی - اب وہ چشمہ ع پر واقع ہوتی ہے - چشمہ پر وقوع کے وقت خیال کی نوعیت بالکل وہی ہو جاتی ہے - جو شخص کی ہوتی ہے - یہ ہر دو منشوروں سے انعکاس کا نتیجہ ہوتا ہے - اس خیال کو چشمہ بغیر کسی تغیر کے بڑا کر کے دکھلاتا ہے - اسی بنا پر ایسی دوربین سے جو اشیا دیکھی جائیں گی وہ اپنی طبعی وضع میں نظر آئیں گی - چونکہ شعاع دہانہ سے چشمہ کے فاصلے کا تقریباً تین گنا فاصلہ طے کرتی ہے اس لئے اسی طول کی فلکی دوربین کے مقابلے میں دہانہ کے عدسہ کا طول ماسکہ تین گنا کیا جا سکتا ہے، جس سے تکبیری طاقت بہت بڑھ جاتی ہے -

تظلیلی آلے

(۱) عکسالہ منشورہ :- اس آلے کو وولسٹن کا منشور بھی کہتے ہیں - یہ ایک کلی انعکاسی منشور ہوتا ہے جس کے چار زاوئیے ہوتے ہیں - اس سے خاکہ نگاری میں بالعموم مدد لیتے ہیں -

شکل ۱۵۲ میں ایسے منشور کی ایک تراش دکھلائی گئی ہے - زاویہ ۱ ب ج قائمہ ہے - ۱ د ج = ۱۳۵° - باقی دو زاویوں میں سے ہر ایک ۶۷ ½° کا ہے شخص ش سے روشنی رُخ ب ج پر عماداً ش ن کی سمت میں واقع ہوتی ہے اس بنا پر رُخ د ج سے کلی طور پر منعکس ہو کر رُخ ۱ د پر واقع ہوتی ہے، جہاں سے وہ ن س کی سمت میں ۱ ب پر عماداً منعکس ہوتی ہے -



شکل ۱۵۲

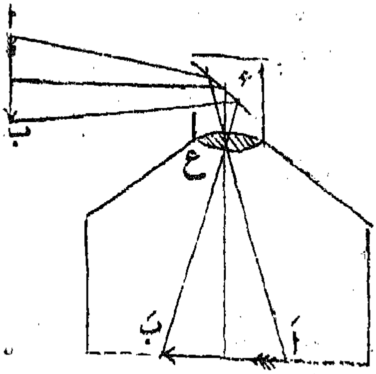
س ن کی سمت میں دیکھنے والی آنکھ کو ش ن کی سمت والی روشنی سمت س ن ش میں دکھائی دیتی ہے -

اس طرح جو خیال دکھائی دیتا ہے اس کا خاکہ ش پر کاغذ رکھ کر اُتارا جا سکتا ہے - ش کو س کے انتصاباً نیچے ہونا چاہیئے - کاغذ کو منشور کے کونے ۱ کے پاس سے دیکھا جاتا ہے اور خیال کو رُخ ۱ د میں سے - یہ ضروری ہے کہ خیال کاغذ

کے مستوی میں کیونکہ پھر کاغذ، پنسل اور خیال آنکھ کی ایک ہی ٹھیک سے اچھی طرح دکھائی دیتے ہیں

جب وہ شے جس کا خاکہ لینا ہو بہت دور ہو تو کم طول ماسکہ کا ایک مقعر عدسہ رُخ ب ج کے سامنے رکھ دیتے ہیں۔ پھر منشور کی بلندی کو ترتیب دے کر ایسی وضع حاصل کر لیتے ہیں جس میں خیال کاغذ کے مستوی میں بنے۔ سیدھا خیال بنانے کے لئے ضروری ہے کہ ہر دو رُخ د ج اور ا د سے انعکاس ہو۔

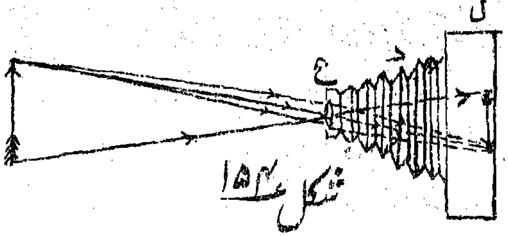
(۲) عکسالہ مظلمہ — اس آلے کا اصول شکل ۱۵۳ میں دکھلایا گیا ہے۔ ایک چھوٹے خیمہ یا لکڑی کی عمارت کے سر پر ایک چھوٹا اسطوانہ یا مکعب نما بکس ہوتا ہے جس میں ایک آئینہ ء اور ایک عدسہ ع حسب ترتیب تشکل ہوتے ہیں۔ آئینہ اُفقی سے ۴۵° کا زاویہ بناتا ہے۔ کسی شخص ا ب سے جو شعاعیں آتی ہیں۔ اُن کو یہ آئینہ منعکس کر دیتا ہے۔ شعاعیں بعد انعکاس عدسہ ع پر واقع ہوتی ہیں، جو ایک خیال اَ بَ انتصاباً نیچے رکھے ہوئے ایک پردے پر بناتا ہے۔ خیمہ یا کمرہ بالکل تاریک ہوتا ہے اور اندر کی دیواریں بھی سیاہ کر دی جاتی ہیں۔ آئینہ اور عدسہ والا بکس گھمایا بھی جا سکتا ہے۔ اس طرح خیمہ کے چاروں طرف کی چیزیں باری باری سے پردے پر اپنا خیال بناتی ہیں۔



شکل ۱۵۳

آئینہ اور عدسہ کی بجائے کلی انعکاسی منشور بھی استعمال کیا جا سکتا ہے، البتہ منشور کا جو رُخ ا ب کی طرف ہو اس کو محدب اور اَ بَ کی طرف والے رُخ کو مقعر رکھنا مناسب ہوتا ہے مقعر سطح کا انحنا محدب سطح کے انحنا سے کم ہوتا ہے۔ اس بنا پر یہ ترتیب بمنزلہ محدب عدسہ اور آئینہ کے ہے۔ چونکہ زیر مشاہدہ اشخاص نسبتاً دور ہیں، اس لئے پردے پر جو خیال بنیں گے وہ سب کے سب ایک ہی وقت میں ماسکہ میں ہوں گے۔ خیالوں کی قامتیں وہی ہوں گی جو عدسہ اور آئینہ کے بجائے سادہ سا سوراخ رکھنے پر حاصل ہوتیں۔

(۳) عکسالہ — مناظری اغراض کے لئے عدسوں کا سادہ ترین اطلاق معمولی عکسالہ میں



شکل ۱۵۴

ہوتا ہے۔
شکل ۱۵۴ میں ایک عکسالہ دکھایا گیا ہے، جس کے ایک سرے پر ایک عدسہ یا عدسوی نظام "ع" ہوتا ہے، اور دوسرے سرے پر عکاسی کی ایک لوح یا فلم "ل" ہوتی ہے۔ ع اور ل کے درمیان فاصلہ گھٹایا بڑھایا جا سکتا ہے جس سے خیال لوح پر ماسکہ میں لایا جا سکتا ہے۔ اس کی صورت یہ ہوتی ہے کہ پہلے دھندلے شیشے کی ایک تختی لوح کی جگہ رکھ دی جاتی ہے، اور عدسہ کو پھر آگے پیچھے ہٹا کر ایسی وضع میں رکھتے ہیں جس سے تختی پر ایک واضح اور پورا خیال بن جائے۔ اس کے بعد تختی کی جگہ لوح رکھنے سے خیال لوح پر ثبت ہو جاتا ہے۔

عدسہ کو حرکت دینے کے لئے ایک دھونکنی سی "د" عدسہ اور لوح کے بیچ میں لگی رہتی ہے۔ اس سے یہ بھی فائدہ ہے کہ سوائے شخص کے آنے والی روشنی کے باقی تمام روشنی مسدود ہو جاتی ہے۔

عام طور پر چونکہ تمام شعاعیں ایک ماسکہ پر نہیں آتیں اس لئے خیال مسخ ہو جاتا ہے۔ لہٰذا اس کروی ضلالت سے بچنے کے لئے نیز روشنی کی مقدار کو محدود کرنے کے لئے، عدسہ کے سامنے ایک حجاب لگا دیا جاتا ہے۔ اس حجاب کے وسط میں ایک سوراخ ہوتا ہے۔ جس کو کم و بیش کیا جا سکتا ہے۔ اس کی وجہ سے شعاعیں صرف عدسہ کے مرکز میں سے گزر پاتی ہیں۔ حجابی سوراخ کا قطر جتنا چھوٹا ہوگا اتنا ہی خیال زیادہ واضح بنے گا۔

لیکن ساتھ ہی اس کے قطر کے چھوٹا ہونے سے لوح پر خیال بنانے والی روشنی کی حدت کم ہو جاتی ہے۔ پس نہ تو سوراخ اتنا بڑا رکھا جائے کہ خیال بہت روشن ہو کر وضاحت میں کم ہو جائے اور نہ اتنا چھوٹا رکھا جائے کہ خیال بہت واضح ہو کر کم روشن ہو جائے۔ اس کا فیصلہ تجربہ ہی سے ہو سکتا ہے۔

سوراخ کی قامت کا تعین عدسہ کے طول ماسکہ اور حجابی سوراخ کے قطر کی نسبت سے کیا جاتا ہے۔ اس نسبت کو "م عدد" کہتے ہیں۔ چونکہ عدسہ میں داخل ہونے والی روشنی کا انحصار سوراخ کے رقبہ پر اور اس لئے سوراخ کے قطر کے مربع پر ہوتا ہے اس لئے اگر

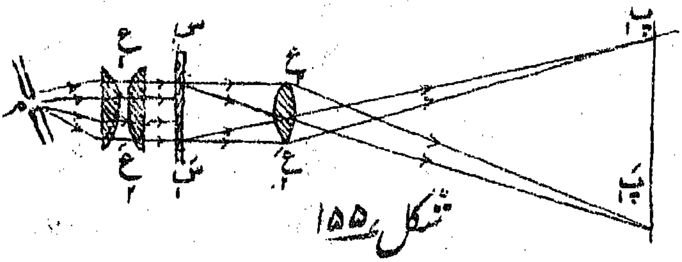
م عدد کو ۲ گنا کیا جائے تو مدت تعریہ چار گنی ہونی چاہیئے۔

لوح عکاسی شیشے کی تختی یا سیلولوس کی فلم پر مشتمل ہوتی ہے، جس پر چاندی کا کوئی مرکب چڑھا دیا گیا ہو۔ عدسہ جو خیال بناتا ہے وہ اس حساس فلم پر عمل کرتا ہے لیکن اس وقت تک دکھائی نہیں دیتا جب تک کہ ایک کیمیاوی آمیزے میں ڈال کر اُسے "آشکارا" نہ کیا جائے۔

مناظری قندیل، طلسمی قندیل یا تطلیلی قندیل

مناظری یا تطلیلی قندیل سے کسی بغایت منور شخص کا خیال ایک پردے پر ڈالا جاتا ہے۔

یہ قندیل ایک زبردست مبدء نور م (شکل ۱۵۵)، ایک بڑے متدق عدسوی نظام ع ع، اور ایک دہانی عدسہ ع ع پر مشتمل ہوتی ہے۔ متدق عدسہ ع ع مبدء سے تمام روشنی کو جمع کر کے س س پر ڈالتا ہے جس سے یہ سلائڈ بوست منور ہو جاتی ہے۔ عدسہ ع ع پھر سلائڈ کے خیال کو پردے پ پ پر ڈالتا ہے۔ چونکہ سلائڈ س س عدسہ ع ع کے ماسکہ سے کچھ ہی زیادہ فاصلہ پر ہے اس لئے پردے پر خیال بڑا بنے گا۔ نیز خیال حقیقی اور معکوس ہوگا۔



شکل ۱۵۵

اگر فق = عدسہ ع ع سے سلائڈ کا فاصلہ

فخ = عدسہ ع ع سے پردے پ پ کا فاصلہ

تو منفرد عدسہ کی طرح قندیل مناظر سے پیدا شدہ تکبیر

$$= \frac{\text{فخ}}{\text{فق}}$$

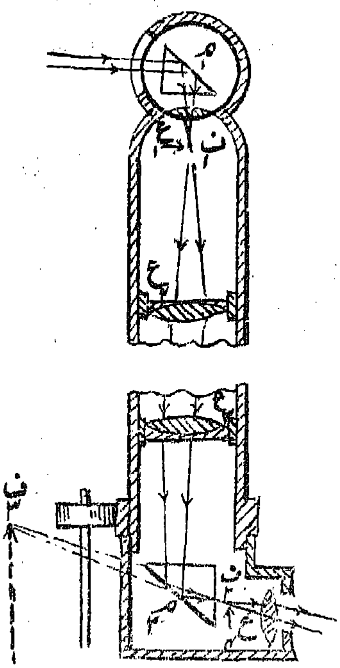
اگر سلائڈ سے پردے تک کا فاصلہ اور مطلوبہ تکبیر دی ہوئی ہو تو پھر عدسے $ع_1$ $ع_2$ کا طول ماسکہ دریافت ہو سکتا ہے جس سے خیال پردے پر بنے۔ ایسی صورت میں صرف عدسہ کی مساوات

$$\frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}}$$

کا استعمال کافی ہے، کیونکہ (خ + ش) معلوم ہے۔

اطراف بین

اطراف بین (شکل ۱۵۶) سے جس شئے کو دیکھنا ہوتا ہے، اس کی شعاعیں ۴۵° والے منشور $م_1$ پر پڑتی ہیں۔ یہاں سے کلی طور منعکس ہو کر عدسہ $ع_1$ پر پڑتی ہیں۔ یہ عدسہ ان کو $ف_1$ پر ماسکہ میں لے آتا ہے۔ اس طرح سے پیدا شدہ خیال عدسہ $ع_2$ کے ماسکہ پر ہوتا ہے۔ لہٰذا جب $ع_2$ سے شعاعیں نکلتی ہیں تو وہ ایک دوسرے کے اور اطراف بین کی نلی کے محور کے قریب قریب متوازی ہوتی ہیں۔ یہ شعاعیں عدسہ $ع_3$ میں سے گزر کر ایک دوسرے منشور $م_2$ پر واقع ہوتی ہیں۔ یہاں سے منعکس ہو کر وہ پھر $ف_2$ پر ماسکہ میں آجاتی ہیں۔ یہاں ایک عدسہ $ع_4$ ہوتا ہے جو خیال کو بڑا کر کے $ف_3$ پر دکھلاتا ہے۔

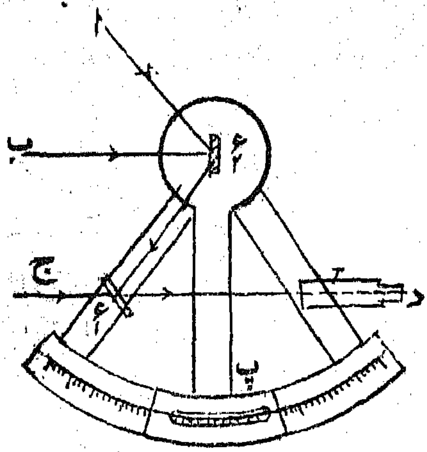


شکل ۱۵۶

یہ آلہ بالعموم آبدوز کشتیوں میں استعمال کیا جاتا ہے اور اس میں ایسی ترکیب رکھی جاتی ہے کہ نلی کا اوپر والا حصہ، جس میں منشور $م_1$ ہے، گھمایا جا سکے۔ اس سے دیکھنے والا جس سمت کی اشیاء کو چاہے دیکھ سکتا ہے۔

متفرق آلے

آلہ سدس :- آلہ سدس ایک آلہ ہے جس سے اجرام فلکی کا ارتفاع پیمائش کیا جاتا ہے۔ آلہ سدس (شکل ۱۵۷) مشتمل ہوتا ہے ایک ثابت



شکل ۱۵۷

آئینہ ع۱ پر جس کے صرف نصف حصہ پہ قلعی ہوتی ہے اور نصف سادہ ہوتا ہے اسی وجہ سے اگر کوئی مشاہد دوربین د میں سے افق کو دیکھنا چاہے تو وہ اس کو سمت ج ع۱ د میں دیکھے گا، کیونکہ روشنی آئینہ ع۱ کے سادہ حصے میں سے گزر جائے گی۔ دوسرا آئینہ ع۲ ایسے بازو پر لگا ہوا ہے جو ع۲ کے گرد گھومتا ہے۔ اس میں ایک کسر پیما پ بھی لگا ہوا ہے، جس کے ذریعہ سے دائری پیمانے پر اس کی وضع دیکھی جا سکتی ہے۔

دور کی شئے سے روشنی کی جو شعاعیں ا ب آتی ہیں وہ ع۲ سے منعکس ہوکر ع۱ پر واقع ہوتی ہیں۔ یہاں قلعی دار حصے سے یہ شعاعیں منعکس ہوتی ہیں۔ اور پھر دوربین میں داخل ہوتی ہیں پس دوربین سے دیکھنے پر شعاعیں بیک وقت دو مبدوں سے پہنچتی ہیں۔ ایک تو ج ع۱ د کی سمت میں اور دوسری ا ع۲ ع۱ د کے راستے سے۔ جب آئینے ع۱ اور ع۲ ایک دوسرے کے متوازی ہوتے ہیں تو کسر پیما صفر بتلاتا ہے اور ہر دو مبادی ایک ہی خط مستقیم میں ہوتے ہیں کسی ستارے کی وضع معلوم کرنے کے لئے آئینہ ع۲ کو اس کے بازو کے ذریعہ گردش دی جاتی ہے تاآنکہ ستارے کی روشنی ع۲ اور ع۱ سے منعکس ہوکر دوربین میں داخل ہوجائے۔ اس سے دوربین میں ایسا خیال بنتا ہے جو افق پر دکھلائی دیتا ہے۔ ساتھ ہی دوربین میں روشنی سمت ج ع۱ د میں بھی آتی ہے۔ یہ روشنی ایک انعکاس انگیز سطح سے منعکس ہوکر آتی ہے۔ یہ سطح افق کا کام دیتی ہے۔

اب وہ زاویہ دیکھا جاتا ہے جس میں آئینہ ع۲ کو ع۱ کے متوازی وضع میں سے گردش دینے کی ضرورت ہے تاکہ ع۱ سے منعکس ہوکر روشنی دوربین کے محور کی سمت میں آجائے اور خود دوربین کا محور افق کی سمت میں ہو۔ پس اس زاویہ سے افق سے اوپر ستارے کا ارتفاع فوراً معلوم ہو جاتا ہے۔ جس زاویہ میں آئینہ ع۲ کو گردش دی جاتی ہے وہ ستارے کا ارتفاع کا نصف

ہوتا ہے۔ اسی بنا پر دائری پیمانے پر نشان ڈگری کے کر کے لکھے جاتے ہیں تاکہ ستارے کا ارتفاع فوراً معلوم ہو جائے۔

سینما | عرفِ عام میں سینما سے مراد وہ عمارت لی جاتی ہے جس میں پردے پر تصویروں کا تماشا دکھلایا جائے۔ لیکن جس آلے سے یہ تصویریں دکھلائی جاتی ہیں وہ ایک مناظری آلہ ہے جس کو جنبش نگار (سینماٹوگراف) کہتے ہیں۔ یہ آلہ قندیلِ مناظر سے ملتا جلتا ہے۔ تصویروں کی حرکت کا اصول یہ ہے کہ شبکیہ پر جو بصری نقوش مرتسم ہوتے ہیں وہ محرک کے دور ہو جانے کے بعد $\frac{1}{16}$ ثانیہ تک قائم رہتے ہیں۔ پس اگر کسی متحرک شئے کی تصویریں ایسی شرح سے لی جائیں جو ۱۶ فی ثانیہ سے کم نہ ہو، اور پھر ان تصویروں کو اسی شرح سے پردے پر ڈالا جائے تو جدا جدا تصویریں مدغم ہو جاتی ہیں اور مسلسل حرکت کا احساس پیدا کر دیتی ہیں۔ یہ تصویریں ایک فلم پر لی جاتی ہیں۔ اور قندیلِ مناظر کی سلائڈ سے چھوٹی ہوتی ہیں۔ تقریباً ۳″ طولِ ماسکہ کا ایک عدسہ ان کی تظلیل کرتا ہے۔

تصویروں والی فلم دو چرخیوں پر چڑھی ہوتی ہیں فلم ایک چرخی پر کھلتی ہے تو دوسری پر چڑھتی ہے۔ آلہ میں ایک ایسی صنعت ہوتی ہے جس سے فلم کو ایک جھٹکا پہنچتا ہے۔ وہ بقدر ایک تصویر کے ایک چرخی پر سے کھل کر دوسری پر چڑھ جاتی ہے اور درمیان میں تصویر عدسہ کے ماسکی مستوی میں آجاتی ہے، جس کے لئے ایک خاص دریچی بنی ہوتی ہے۔ ہر تصویر اس دریچی کے سامنے تھوڑی دیر کے لئے ٹھہرتی ہے، اس وقت پردے پر اس کی تظلیل ہوتی ہے۔ اس کے بعد اس کو جھٹکا پہنچتا ہے اور وہ آگے بڑھ جاتی ہے۔ اور ایک دوسری تصویر اس کی جگہ لے لیتی ہے، لیکن پہلی تصویر کے آگے بڑھنے اور دوسری کے جگہ لینے کے درمیان میں ایک قطعہ عدسہ کے سامنے آکر روشنی کو روک دیتا ہے جب خفیف حرکت دکھلانا ہوتی ہے تو تصویروں کے جھٹکوں کی رفتار میں مناسب کمی کر دی جاتی ہے جس سے پردے پر حرکت بہت واضح نظر آتی ہے۔ فلم اتنی تو مضبوط ہوتی ہے کہ اس کشاکش کو برداشت کر سکے۔ لیکن ساتھ ہی وہ بہت شعلہ پذیر بھی ہوتی ہے۔ چنانچہ اگر برقی قوس کا خیال ذرا سی دیر کے لئے بھی اس پر واقع ہو جائے تو وہ جل اٹھتی ہے۔

مشقی سوالات ۸

(۱) کسی عکسالہ کے عدسہ کا طول ماسکہ ۲۰ سمر ہے۔ شخص ۱۰ میٹر کے فاصلے پر ہے۔ لوح کہاں ہونی چاہیئے؟ اگر شخص کی بلندی ۱ میٹر ہو تو خیال کتنا بلند ہوگا؟

$$\frac{1}{\text{ش}} + \frac{1}{\text{خ}} = \frac{1}{\text{م}} \qquad \text{م} = ۲۰ \text{ سمر، ش} = ۱۰ \text{ میٹر}$$

$$\therefore \frac{1}{۱۰۰۰} + \frac{1}{\text{خ}} = \frac{1}{۲۰} \qquad \therefore \text{خ} = \frac{۲۰۰۰۰}{۹۸۰} = ۲۰٫۴ \text{ سمر}$$

$$\text{تکبیر} = \frac{\text{خیال}}{\text{شخص}} = \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = \frac{۲۰٫۴}{۱۰۰۰} = ۰٫۰۲۰۴$$

$$\therefore \frac{\text{خیال کا طول}}{۱۰۰} = ۰٫۰۲۰۴ \qquad \therefore \text{خیال کا طول} = ۲٫۰۴ \text{ سمر}$$

(۲) ایک قندیل مناظر میں ایسا عدسہ استعمال کرتا ہے جو قندیل سے ۱۰ میٹر کے فاصلے پر ۳ میٹر مربع ایک پردے پر ۸ سمر مربع ایک سلائڈ کا خیال پیدا کرے۔ اس کا طول ماسکہ کیا ہونا چاہیئے؟ یہ مان لو کہ خیال پورے پردے پر پھیلا ہوا ہے۔

$$\text{تکبیر} = \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = \frac{۳۰۰}{۸} \qquad \therefore \text{خ} = ۱۰۰۰ \text{ سمر تقریباً}$$

$$\therefore \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = \frac{۱۰۰۰}{\text{ش}} = \frac{۳۰۰}{۸} \qquad \text{اور ش} = ۲۶٫۶$$

$$\frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}} \qquad \therefore \frac{1}{۲۶٫۶} + \frac{1}{۱۰۰۰} = \frac{1}{\text{م}} \quad \text{م} = ۲۵٫۹ \text{ سمر}$$

(۳) ایک محدب عدسہ کا طول ماسکہ ۲٫۵ سمر ہے۔ اس عدسے سے زیادہ سے زیادہ کتنی تکبیر پیدا ہو سکتی ہے؟

$$\text{تکبیر} = \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = ۱ + \frac{۲۵}{\text{م}} = ۱ + \frac{۲۵}{۲٫۵} = ۱۱$$

(۴) کسی خوردبین کے دہانہ کا طول ماسکہ ۰٫۵ سمر ہے۔ دہانہ اور چشمہ کے درمیان فاصلہ ۲۰ سمر ہے۔ چشمہ کا طول ماسکہ ۱ سمر ہے۔ خوردبین کی تکبیر دریافت کرو۔

$$\text{تکبیر} = \frac{ل}{م_1}\left(1+\frac{25}{م}\right) = \frac{20}{0.5}\left(1+\frac{25}{1}\right) = 26\times\frac{20}{0.5} = 1040$$

(۵) کسی دوربین کے دہانہ کا طول ماسکہ ۱۵۰ سمر ہے۔ اور چشمہ کا طول ماسکہ ۲ سمر ہے۔ تو دُور کی چیزوں کے لئے دوربین کی تکبیری طاقت دریافت کرو۔

$$\text{تکبیری طاقت} = \frac{\text{دہانہ کا طول ماسکہ}}{\text{چشمہ کا طول ماسکہ}} = \frac{150}{2} = 75$$

(۶) فلکی دوربین بنانے کے لئے ۵ سمر اور ۳۰ سمر طول ماسکہ کے دو محدب عدسوں کو کس طرح ترتیب دوگے؟ اس صورت میں تکبیر کیا ہوگی؟

(۷) اگر عکسالہ کے عدسہ کا طول ماسکہ ۲۰ سمر ہے تو ۲۰۰ سمر کے فاصلے سے کسی شخص کی تصویر لینے کے لئے لوح کو کہاں ہونا چاہیئے؟

(۸) ایک فلکی دُوربین کے دہانہ کا طول ماسکہ ۳۰″ ہے اور چشمہ کا $\frac{9}{8}$″۔ تکبیر دریافت کرو۔

(۹) ثابت کرو کہ فلکی دوربین کی تکبیری طاقت $\frac{م_1}{م}\left(1+\frac{م}{د}\right)$ ہوتی ہے اگر آخری خیال بجائے لاتناہی کے رویت واضح کے فاصلے د پر بنے۔

(۱۰) تار کی جالی کے ایک ٹکڑے میں فی سمر ۲۰ تار ہیں۔ اس کو ایسی دُوربین سے دیکھا جاتا ہے جس کا دہانہ ۱″ کا ہے۔ وہ بڑے سے بڑا کون سا فاصلہ ہے جس پر تار علیحدہ علیحدہ دکھائی دے سکتے ہیں۔

(۱۱) ایک مرکب خوردبین کے دہانہ کا طول ماسکہ $\frac{1}{10}$″ ہے۔ چشمہ کا طول ماسکہ $\frac{3}{5}$″ اور درمیانی فاصلہ ۶″ ہے۔ اگر رویت واضح کا فاصلہ ۱۰″ ہو تو اس شخص کا محل دریافت کرو جو رویت واضح کے فاصلے پر آخری خیال بنائے۔

(۱۲) ایک قندیل مناظر میں سلائڈ $3\frac{1}{4}$″ × $3\frac{1}{4}$″ ہے۔ ۵۰۰ بتی طاقت کے ایک قوسی لمپ سے اس کو ۹″ کے فاصلے پر رکھا جاتا ہے۔ پردے پر ۸′ ضلع کا ایک خیال بنتا ہے۔ خیال کے واضح حصوں کی حدت تنویر دریافت کرو، اگر سلائڈ میں سے گزرنے والی روشنی

تمام کی تمام پردے پر پڑی اور مکثفہ اور دہانہ سے روشنی کے نقصان کو نظر انداز کر دیا جائے۔

(۱۳) ۳$\frac{1}{4}$″ مربع کی ایک سلائڈ کسی قندیل مناظر میں نصب ہے۔ ۶″ طول ماسکہ کے عدسے کی مدد سے عدسے سے ۲۰′ کے فصل سے ایک پردے پر مکبر خیال حاصل کرتا ہے۔ عدسہ کس قسم کا ہونا چاہیئے؟ سلائڈ سے اس کا فاصلہ کیا ہو؟ خیال کی قامت کیا ہو گی؟

(۱۴) ۲۰ گز کے فاصلے سے ایک شخص کو دیکھنے کے لئے ایک فلکی دوربین استعمال کی جاتی ہے چشمہ کو خیال کے قریب ترین رویت واضح کے لئے درست کیا جاتا ہے۔ اگر دہانہ کا طول ماسکہ ۲′ ہو اور چشمہ کا ۴″ تو تکبیر کیا ہو گی؟ اگر یہی دوربین کسی دور کی شئے کی طبعی رویت کے لئے درست کی جائے تو اس کی تکبیر کیا ہوگی؟

(۱۵) کسی خوردبین کے دہانہ سے جو خیال بنتے ہیں وہ دہانہ سے ۸″ کے فاصلے پر ہیں۔ اگر دہانہ کا طول ماسکہ $\frac{1}{4}$″ ہو اور چشمہ کا ۲″ تو اس آلے کی تکبیری طاقت کیا ہو گی؟

(۱۶) نیوٹنی عاکس میں آئینہ کا طول ماسکہ ۱۰′ ہے۔ تکبیری طاقت ۲۵۰ ہو تو چشمہ کا طول ماسکہ کیا ہونا چاہیئے؟

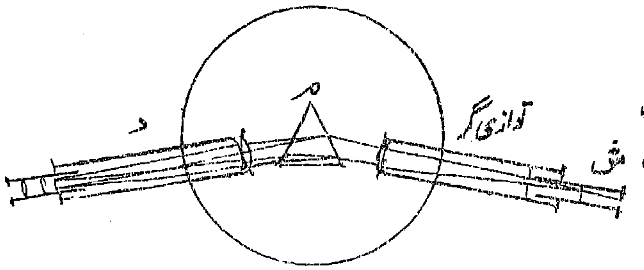
دسواں باب

طیف پیما ـــ طیف

انتشار نور

طیف پیما طیف پیما ایک مناظری آلہ ہے جو نور کی شعاعوں کی سمتیں، یا دو شعاعوں کے درمیان زاویہ پیمائش کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اور اس طرح اشیا کے انعطاف نما دریافت ہو سکتے ہیں۔ نیز جیسا کہ اس کے نام سے ظاہر ہے یہ آلہ طیف کے پیدا کرنے اور اس کی جانچ احتیاط سے کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ سوئیوں والے طریقوں کے مقابلہ میں اس آلے سے زیادہ صحیح نتائج برآمد ہوتے ہیں۔

یہ آلہ تین اجزا یعنی توازی گر، منشور، اور دوربین پر مشتمل ہوتا ہے توازی گر (شکل ۱۵۸) دوربین کی طرح ایک نلی پر مشتمل ہوتا ہے جس کے ایک سرے پر ایک شگاف یا جھری ش ہوتی ہے، اور



دوسرے سرے پر ایک عدسہ ع۔ شگاف یا جھری اس آلے کا ایک اہم جز ہوتی ہے۔ اس میں دو دھاتی جبڑے ہوتے ہیں، جن کے کنارے بالکل ایک دوسرے کے متوازی ہوتے ہیں۔ اس کی چوڑائی کو گھٹانے بڑھانے کے لئے پیچوں کا انتظام ہوتا ہے۔ توازی گر کی نلی کا طول اتنا ہوتا ہے کہ باقاعدہ ماسکہ میں لانے

کے بعد جھری عدسہ کے صدر ماسکہ پر ہوتی ہے۔

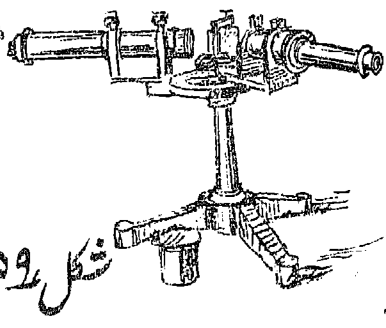
منشور م ایک چھوٹا سا شیشے کا مثلثی منشور ہوتا ہے، جیسا کہ اس سے پیشتر بھی بیان کیا جا چکا ہے۔

دُوربین د چھوٹی سی ایک فلکی دُوربین ہوتی ہے۔ جیسا کہ پچھلے باب میں بیان کی جا چکی ہے۔

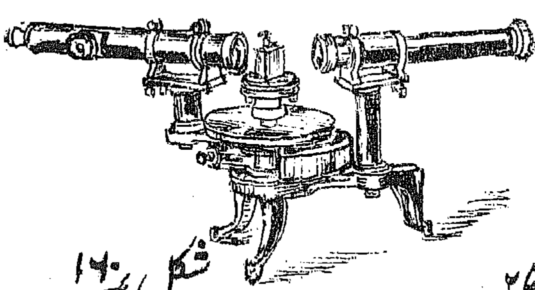
ان تینوں حصوں کی ترتیب شکل میں دکھلائی گئی ہے۔ دوربین اور توازی گر دونوں ایک مرکزی ستون اور میز میں لگے ہوئے ہیں۔ میز پر منشور رکھا جاتا ہے۔ جس روشنی کی سمت، یا جس کا طیف دیکھنا منظور ہوتا ہے اس کو شق کے قریب رکھتے ہیں تاکہ روشنی براہ راست توازی گر کی جھری پر پڑے۔ جھری سے جو شعاعیں منتشر ہوتی ہیں وہ عدسہ ع پر واقع ہوتی ہیں۔ عدسہ ان کو منعطف کر کے متوازی کر دیتا ہے۔

یہ متوازی شعاعیں منشور م پر پڑتی ہیں۔ جہاں پھر انہیں انعطاف لاحق ہوتا ہے۔ شعاع واقع کا ہر خط ایک ہی زاویہ وقوع رکھتا ہے۔ اس لئے مساوی انعطاف پذیری کی شعاعیں ایک حد تک منحرف ہوں گی۔ بنا بریں منشور سے نکلنے پر ہر شعاع کے خطوط ایک دوسرے کے متوازی ہوں گے۔ دوربین کی وضع اس طرح رکھی جاتی ہے کہ شعاع خارج اس پر واقع ہو۔ اگر دوربین کا چشمہ متوازی شعاعوں کے لئے درست ہے تو دوربین میں سے دیکھنے پر دہانہ کے اسکی مستوی میں جھری یا خالص طیف کا ایک کبر خیال نظر آئے گا۔

شکل ۱۵۹ اور شکل ۱۶۰ میں طیف پیما کی وہ دو صورتیں بیان کی گئی ہیں جو عام طور پر تجربہ خانوں میں مستعمل ہیں۔ دوسری شکل میں دوربین کے ساتھ ایک پاسنگ بھی ہے تاکہ گردش کی وجہ سے غیر ضروری دباؤ نہ پڑے۔



شکل ۲۵۹



شکل ۱۶۰

طیف پیما سے تجربے | یہاں ہم ان تجربوں کو بیان کریں گے جو طیف پیما سے آسانی اور صحت کے ساتھ انجام دیئے جا سکتے ہیں۔ لیکن استعمال سے پہلے ضروری ہے کہ طیف پیما کو صحیح طریقہ پر ترتیب دے لیا جائے۔ لہذا پہلے طیف پیما کی ترتیب کا بیان کرنا ضروری ہے۔

طیف پیما کو ہمیشہ صحت کے ساتھ ترتیب دینا چاہیئے۔ اس پر جو وقت صرف کیا جائے گا وہ کبھی ضائع نہ جائے گا، کیونکہ بعد میں مشاہدات تیزی سے اور صحت کے ساتھ لئے جا سکتے ہیں۔ ترتیب ہمیشہ حسب ذیل ہونی چاہیئے۔

(۱) چشمہ کے ماسکہ میں صلیبی تاروں کو لانا چاہیئے۔

(۲) دوربین سے کسی دور کی شئے کو دیکھو۔ چونکہ صلیبی تار اور چشمہ الگ ایک تلی میں ہیں اس لئے اس ترتیب سے ان پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔ یہ ترتیب اس وقت درست ہوتی ہے جبکہ عرضاً آنکھ کو حرکت دینے سے دور کی شئے کا خیال صلیبی تاروں کے لحاظ سے ساکن رہے۔

(۳) اب توازی گر اور دوربین کو ایک ہی خط مستقیم میں لانا چاہیئے۔ توازی گر کی جھری کو روشن کرو۔ تو دوربین کے میدان میں جھری کا ایک خیال نظر آئے گا۔ اب توازی گر کے عدسہ سے جھری کا فاصلہ گھٹا بڑھا کر وہ فاصلہ معلوم کرو جس پر دوربین میں جھری کا بہت واضح خیال بنے۔ سہولت اس میں ہوتی ہے کہ جھری کا خیال اس طرح لیا جائے کہ افقی صلیبی تار اس کی تنصیف کرے اور انتصابی صلیبی تار جھری کے ایک کنارے سے منطبق ہو۔ اب دوربین اور توازی گر دونوں متوازی شعاعوں کے لئے درست ہو گئے۔

منشور کا انعطاف نما | حسب سابق منشور کا انعطاف نما ذیل کے ضابطے سے حاصل ہوتا ہے۔

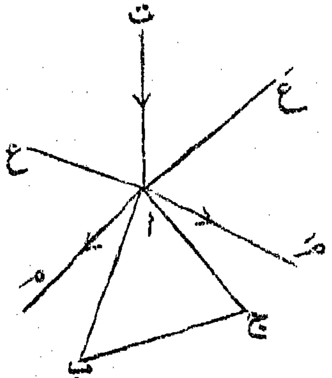
$$\text{م} = \frac{\text{جب}\ \frac{\text{ا}+\text{ح}}{۲}}{\text{جب}\ \frac{\text{ا}}{۲}}$$

جہاں ا = منشور کا زاویہ۔

اور ح = منشور کا زاویہ انحراف اقل۔

منشور کا زاویہ | منشور کا زاویہ ۱ پیمائش کرنے کے لئے ہم دو طریقے استعمال کر سکتے ہیں:-

(أ) پہلا طریقہ یہ ہے کہ منشور کے کنارے ۱ کو منشوری میز کے مرکز کے قریب اس طرح رکھو کہ توازی گر سے شعاعیں سمت ت ۱ پر واقع ہوں (شکل ۱۶۱) کچھ شعاعیں رُخ ۱ ب پر واقع ہوں گی اور کچھ رُخ ۱ ج پر شعاعیں ۱ م اور ۱ مَ کی سمت میں منعکس ہوں گی۔ اگر منشور اپنی جگہ رکھا جائے اور دوربین کو ہر دو سمت ۱ م اور ۱ مَ میں رکھا جائے تو جھری کے خیال نظر آئیں گے۔ پس زاویہ مَ ۱ م کی پیمائش ہو جائے گی۔ یعنی



شکل ۱۶۱

مَ ۱ م = ۲ ۱ یا ۱ = مَ ۱ م / ۲

یعنی منشور کا زاویہ دوربین کی ہر دو وضعوں کے درمیانی زاویئے کا نصف ہو گا۔

ہر دو رخوں ۱ ب، ۱ ج پر ۱ ع، ۱ عَ عماد کھینچو تو

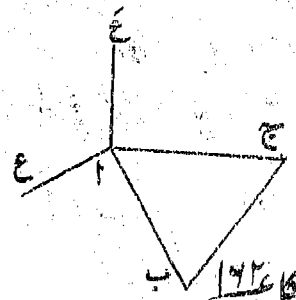
مَ ۱ م = ۲π − مَ ۱ ت − م ۱ ت

= ۲π − ۲ عَ ۱ ت − ۲ ع ۱ ت

= ۲ (π − (عَ ۱ ت + ع ۱ ت))

= ۲ (π − عَ ۱ ع) = ۲ ۱

(أأ) اس طریقہ میں منشور اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ دونوں میں سے کسی ایک رُخ سے شعاعیں منعکس ہو کر صلیبی تاروں پر جھری کا ایک خیال بنا دیں۔ اب دوربین کو کس دیا جاتا ہے تاکہ وہ حرکت نہ کر سکے۔ اور منشور کو گھمایا جاتا ہے یہاں تک کہ دوسرے رُخ سے بھی شعاعیں منعکس ہو کر اس مقام پر جھری کا خیال بنائیں۔



شکل ۱۶۲

پس ۲ = ۲۳ - (منشور کا زاویہ گردش)
شکل ۱۶۲ سے واضح ہے کہ دوسری وضع میں ایک رُخ کے عماد کی وہی سمت ہے جو دوسرے رُخ کے عماد کی پہلی وضع میں تھی۔
اس لئے منشور کا زاویہ گردش = ع ا ع'
= ۲۳ - ا

جب زاویہ ۲ بڑا ہو تو یہ طریقہ اس کی پیمائش کے لئے بہت موزوں ہے۔

زاویہ انحراف اقل | ح کی پیمائش کے لئے منشور کو پہلے دور کر دو۔ اور دوربین سے نوازی کرن کو دیکھو۔ تو دوربین کے میدان میں جھری کا ایک خیال نظر آئے گا۔ اس خیال کو صلیبی تاروں سے منطبق کر لو۔ اور دوربین کا نشان دیکھ لو۔ اب منشور کو میز پر ایسی وضع میں رکھو کہ ایک رُخ سے روشنی داخل ہو کر دوسرے رُخ سے خارج ہو۔ دوربین کو گھما کر اس خارج ہونے والی روشنی کو دیکھو۔ تو جھری کا ایک انعطافی خیال دوربین میں نظر آئے گا۔ اب منشور کو گھما کر انحراف اقل کی وضع میں لے آؤ۔ اور پھر دوربین کو بھی گھما کر اس وضع کے خیال کو دیکھو اور نشان پڑھ لو۔ انحراف اقل کی وضع کی پہچان یہ ہے کہ اس وضع میں خیال پلٹ کر سمت مخالف میں چلنے لگتا ہے۔ پس ہر دو نشانوں کا فرق زاویہ انحراف اقل "ح" ہوگا۔

مائع کا انعطاف نما | اگر شیشے کا ایک مجوف منشور لیا جائے اور اس میں کوئی مائع بھر دیا جائے تو طیف پیما سے اس مائع کا انعطاف نما اسی طرح دریافت کیا جا سکتا ہے جیسا طرح کہ اوپر شیشے کے منشور کا انعطاف نما دریافت کیا گیا ہے۔

متجانس اور مرکب روشنی | اس امر کے باور کرنے کے کافی دلائل موجود ہیں (دیکھو آخری باب) کہ روشنی کا طبعی سبب ایثر میں عرضی موجی حرکت ہے جب یہ حرکت ایسی موجوں پر مشتمل ہوتی ہے جن کا طول موج ایک ہی ہوتا ہے تو روشنی کو متجانس یا یک لونی روشنی کہتے ہیں۔ لیکن اکثر ایسا ہی ہوتا ہے کہ موجی حرکت مختلف طول موج کی لاتعداد موجوں پر مشتمل ہوتی ہے۔ ایسی روشنی کو غیر متجانس یا مرکب روشنی کہتے ہیں۔

یک لونی روشنی خاص رنگ کی ہوتی ہے جس کا تعلق اس کے طول موج سے ہوتا ہے۔ طول موج کا اختلاف ہمیشہ رنگ کے اختلاف میں ظاہر ہوتا ہے۔ مرکب روشنی بھی ہر رنگ کی ہو سکتی ہے۔ یا پھر وہ بے رنگ یعنی سفید ہوتی ہے۔ لیکن اس کے رنگ سے اس کی ترکیب کا پتا چلانا مشکل ہے کیونکہ ایک ہی رنگ کی دو روشنیاں ممکن ہے کہ مختلف اجزا سے مرکب ہوں۔ بایں ہمہ سفید روشنی کو ہم ہمیشہ مرکب کہہ سکتے ہیں۔ کیونکہ جملہ یک لونی روشنیاں رنگین ہوتی ہیں۔ لیکن بغیر تجربے کے ہم نہیں بتا سکتے کہ سفید روشنی مرکب کن اجزا سے ہے۔ سورج کی روشنی سفید ہوتی ہے، اسی طرح گیس کی روشنی، لیمپ کی روشنی اور برقی روشنی بھی سفید ہوتی ہے۔ یہ سب روشنیاں ترکیب کے لحاظ سے بہت کچھ ملتی جلتی ہیں اور ان میں تقریباً ہر قسم کی یک لونی روشنی شامل رہتی ہے۔

اس کا سبب اس وقت ظاہر ہو جاتا ہے جب ہم اس کا لحاظ رکھیں کہ سفید روشنی ہمیشہ تابناکی سے پیدا ہوتی ہے۔ اور سفید گرم یا تابناک جسم رنگ کی ان تمام تبدیلیوں سے گزر جاتا ہے جو تپش کی بیشی کا لازمہ ہیں۔ پس سفید گرم جسم ہر طول موج کی روشنی خارج کرتا ہے۔

منشور سے روشنی کا تجزیہ

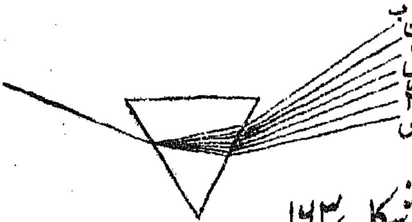
روشنی کی کوئی شعاع جب منشوروں سے گزرتی ہے تو وہ اپنے اصلی راستے سے منحرف ہو جاتی ہے۔ اس انحراف کا سبب یہ ہے کہ ہوا میں روشنی کی رفتار وہ نہیں ہے جو منشور کے شیشے میں ہے۔ اگر سفید روشنی منشوروں سے گزاری جائے تو منشور ہر رنگ کو منحرف کر دے گا۔ واقعہ یہ ہے کہ شیشے میں مختلف رنگوں کی روشنیاں ایک ہی رفتار سے نہیں چلتیں۔ اس لئے منشوروں سے گزرتے وقت ہر رنگ مختلف زاویوں میں منحرف ہوگا۔ اور اگرچہ جملہ رنگ منشوروں میں ایک ہی سمت میں داخل ہوتے ہیں تاہم اس سے خارج ہوتے وقت ہر رنگ مختلف سمت اختیار کرے گا۔ اس طرح سفید روشنی منشوروں سے گزرتے وقت (شکل ۱۶۳) ایک رنگین فیتے میں پھیل جاتی ہے۔ اس رنگین فیتہ کو طیف کہتے ہیں۔

اس سلسلے میں نیوٹن کے تجربے بہت مشہور ہیں اس لئے یہاں ان کو ہم تفصیل سے بیان کرتے ہیں۔

طیف پر نیوٹن کے تجربے

نیوٹن نے ایک تاریک کمرے میں ایک سوراخ کے ذریعہ

سورج کی روشنی کی ایک پنسل داخل ہونے دی۔ کمرے کے مقابل والی دیوار پر اس پنسل کی وجہ سے سورج کا ایک خیال بن گیا۔ کمرہ گویا ثنقبالہ ہوگیا۔ اب نیوٹن نے سوراخ کے قریب شیشے کا ایک منشور رکھ دیا۔ منشور کا کنارہ نیچے کی طرف اور اُفقی رکھا حسب قاعدہ روشنی کی پنسل اوپر کی جانب منعطف ہوگئی۔ لیکن سورج کا ایک خیال بنانے کی بجائے نیوٹن نے دیکھا کہ ایک انتصابی رنگین پٹی دیوار پر بن گئی ہے۔ یعنی سورج کی روشنی کا طیف دیوار پر نظر آنے لگا۔ بڑھتے ہوئے انحراف کے لحاظ سے نیوٹن کو یہ رنگ علی الترتیب سُرخ، نارنجی، زرد، سبز، کبودی، نیلگوں اور بنفشی نظر آئے۔ ہر رنگ درمیانی رنگوں سے ہوتا ہوا دوسرے رنگ میں ضم ہوتا نظر آیا اور کسی رنگ کے حدود واضح نظر نہ آئے۔ شکل ۱۶۳ میں یہ صورت بتائی گئی ہے۔ ہر رنگ کو اس کے سرحرف سے ظاہر کیا گیا ہے۔ یہ امر ملحوظ خاطر رہے کہ سرخ رنگ سب سے کم منحرف ہوتا ہے جب ایک افقی محور کے گرد منشور کو گھمایا گیا، تو طیف دیوار پر نیچے حرکت کرتا رہا یہاں تک کہ منشور انحراف اقل کی وضع میں آگیا۔ اس کے بعد پھر وہ اوپر کی طرف حرکت کرنے لگا۔ انحراف اقل کی وضع میں طیف چھوٹے سے چھوٹا ہوتا ہے۔



شکل ۱۶۳

اس تجربے سے نیوٹن نے یہ نتیجہ نکالا کہ سفید روشنی مرکب ہے اور منشور اس کو سادہ ترروشنی میں تحلیل کر دیتا ہے۔ نیز مختلف رنگوں کے انعطاف نما کی قیمتیں قدرے مختلف ہیں۔ اسی لئے جب وہ منشور میں داخل ہوتے ہیں تو منحرف ہو جاتے ہیں، اور اس سے خارج ہونے پر ہر دو شعاعوں کے درمیان زاویہ اتساع اور بھی بڑھ جاتا ہے۔ اسی کو انتشار نور کہتے ہیں۔

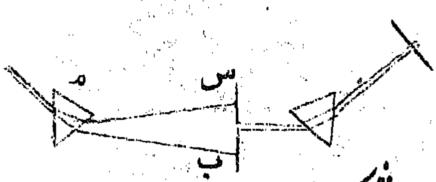
اس امر کے ثابت کرنے کے لئے، کہ منشور نے رنگ نہیں پیدا کئے بلکہ اس نے پہلے سے موجود

ــــہ اس ترتیب کو یاد رکھنے کے لئے ان رنگوں کو ترتیب معکوس میں لو یعنی بنفشی، نیلگوں، کبودی (آسمانی) سبز، زرد، نارنجی، سُرخ۔ ان کے سرحرف جمع کرنے سے "بن کس زناس" حاصل ہوتا ہے۔

رنگوں کو صرف پھیلا دیا ہے۔ نیوٹن نے ذیل کے تین تجربے انجام دیئے۔

طیف کے رنگ کی مزید تحلیل

فرض کرو کہ شکل ۱۶۴ میں سفید روشنی کی ایک شعاع ایک منشور م پر واقع ہوتی ہے جس سے ایک طیف ب س حاصل ہوتا ہے یہ طیف منقوے کے ایک تختے پر بنتا ہے جس میں ایک باریک شگاف ہے۔ تو طیف کی بعض شعاعیں فرض کرو کہ سبز، اس شگاف میں سے گزر جائیں گی۔ فرض کرو کہ یہ شعاعیں ایک دوسرے منشور ہ پر واقع ہو کر ایک دوسرے منقوے د پر طیف بناتی ہیں۔ تو دیکھنے سے معلوم ہوتا ہے کہ روشنی کی مزید تحلیل عمل میں نہیں آتی۔ دوسرے منشور میں سے گزرنے کے بعد بھی سبز شعاعیں سبز رہتی ہیں۔ اور د پر جو روشنی نمودار ہوتی ہے وہ بالکلیہ سبز ہوتی ہے۔ پس طیف کی سبز شعاعیں اتنی بسیط ہیں کہ ان کی مزید تحلیل نہیں ہو سکتی۔ یہی حال دوسرے رنگوں کا ہے۔ چنانچہ شگاف کو باری باری سے ہر رنگ کے سامنے رکھنے سے یہ امر بآسانی ثابت کیا جا سکتا ہے۔

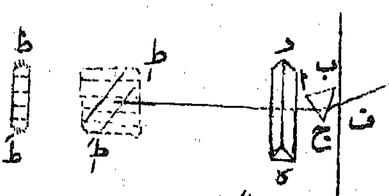


شکل ۱۶۴

پس طیف میں ایک معین وضع کی روشنی اور اس لئے ایک معین رنگ کی روشنی "یک لونی روشنی" ہوئی۔ بنابریں یک لونی روشنی کے حاصل کرنے کا ایک نہایت قابل اطمینان طریقہ یہی ہے کہ ایک شگاف دار پردے پر طیف ڈالا جائے اور پھر شگاف میں سے مطلوبہ روشنی گزرنے دی جائے۔

متقاطع منشوروں سے تجربہ

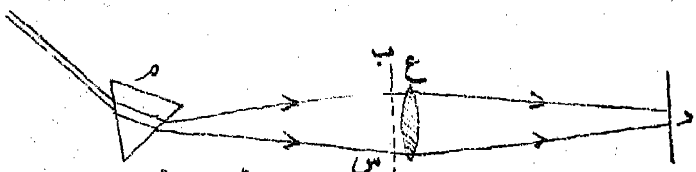
اس تجربہ کی ترتیب شکل ۱۶۵ میں دکھلائی گئی ہے س سورج ہے اور ف سوراخ ہے۔ اگر صرف منشور ا ب ج استعمال کیا جائے تو طیف ط ط حاصل ہوتا ہے۔ اگر دوسرا منشور د ہ استعمال کیا جائے اس طرح کہ اس کا انعطاف انگیز کنارہ انتصابی ہے تاکہ پہلے منشور سے روشنی نکلتے ہی دوسرے منشور پر واقع ہو جائے تو دونوں



شکل ۱۶۵

ل کر ماکل طیف ط، ط، پیدا کرتے ہیں۔ پہلے طیف کے ہر رنگ کو دوسرے منشور نے مائل کر دیا اس کے علاوہ کوئی اور تبدیلی یا تحلیل واقع نہیں ہوئی۔ اس سے اوپر کے تجربے کے نتیجے کی تصدیق ہوتی ہے۔

سفید روشنی کی باز ترکیب: صرف سفید روشنی طیف کے سات رنگوں میں تحلیل کی جا سکتی ہے بلکہ ساتوں رنگ ملا کر دوبارہ سفید روشنی حاصل کی جا سکتی ہے۔ شکل ۱۶۵ سے واضح ہے کہ نیوٹن نے اسے کیونکر انجام دیا۔ منشور



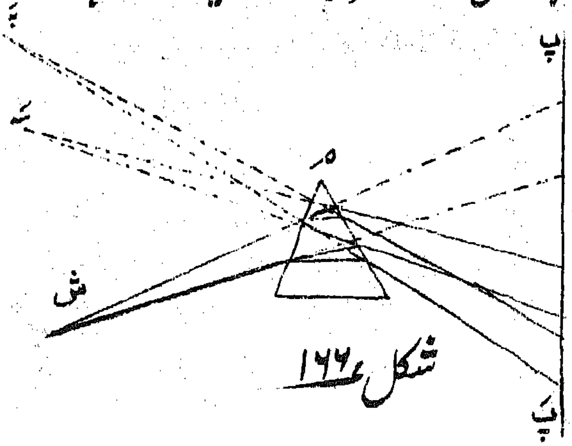
شکل ۱۶۵

سے ایک طیف بنتا ہے جو مقام ب س پر رکھے ہوئے ایک مقوے پر حاصل کیا جا سکتا ہے۔ لیکن مقوے کی بجائے اگر وہ طیف کسی محدب عدسہ ع پر واقع ہو تو یہ عدسہ مختلف رنگوں کو پھر ملا دے گا۔ اس لئے سب رنگ مل کر د پر رکھے ہوئے مقوے پر سفید روشنی پیدا کر دیتے ہیں اگر عدسہ کے سامنے قلم یا ایسی ہی کوئی چیز رکھ دی جائے جس سے طیف کا ایک حصہ مسدود ہو جائے تو پھر د پر روشنی رنگین نظر آتی ہے۔ عدسہ اتنا بڑا ہونا چاہیئے کہ پورا طیف ب س اس پر آ جائے۔ اور منشور کی پہلی سطح پر دے د پر پہنچ جا سکے۔

خالص طیف: نیوٹن کے تجربے میں جو طیف حاصل ہوتا ہے وہ غیر واضح ہوتا ہے اور اس میں مختلف خیال ایک دوسرے پر منطبق ہو جاتے ہیں ایسے طیف کو غیر خالص طیف کہتے ہیں۔ پس غیر خالص طیف وہ طیف ہوا جس میں مختلف رنگ ایک دوسرے پر واقع ہوں۔ اس لئے خالص طیف وہ طیف کہلائے گا جس میں مختلف رنگ ایک دوسرے پر منطبق نہ ہوں بلکہ ہر رنگ ایک علیحدہ نقطہ پر پا سکیں آئے۔

خالص طیف حاصل کرنے کے لئے ضروری ہے کہ دروازے میں سوراخ کی بجائے ایک تنگ شگاف استعمال کیا جائے۔ اور کوئی ایسی ترکیب استعمال کی جائے جس سے طیف کا ہر رنگ

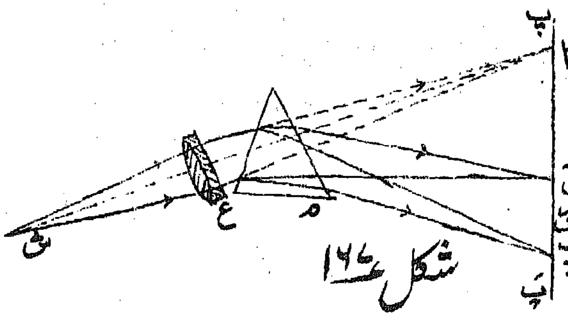
دوسرے سے متصل تو ہو لیکن منطبق نہ ہو۔ شکل ۱۶۶ میں فرض کرو کہ ش ایک شگاف ہے۔



شکل ۱۶۶

ش سے جو شعاعیں منتشر ہوتی ہیں وہ پردے پ پَ پر ایک چوڑی روشن پٹی ا ب پیدا کرتی ہیں۔ اب اگر منشور م کو درمیان میں انحراف اقل کی وضع میں رکھ دیا جائے اور اس کے کنارے کو شگاف کے طول کے متوازی رکھا جائے، تو شعاعوں میں اس طرح انحراف پیدا ہوگا کہ سرخ روشنی سہ سے آتی معلوم ہوگی جو پردے پر ایک سرخ پٹی سہ سہ پیدا کردے گی۔ سہ شگاف ش کا مجازی خیال ہے۔ اسی طرح بنفشئی روشنی بہ سے آتی معلوم ہوگی اور ایک بنفشئی پٹی بہ بہ پیدا کرے گی۔ ظاہر ہے کہ پردے پر جو طیف بنے گا وہ خالص نہ ہوگا کیونکہ ایک پٹی دوسری پٹی میں ضم ہوجاتی ہے۔

لیکن اگر ایک مناسب عدسہ ع شکل ۱۶۷ کے مطابق رکھا جائے تو منشور کی عدم موجودگی میں عدسہ شگاف کا واضح خیال پردے کے مقام ا پر بنائے گا۔ اب اگر منشور کو انحراف اقل کی وضع میں داخل کردیا جائے تو جو شعاعیں ا پر مرتکز ہو رہی تھیں وہ منشور میں سے انعطاف کے بعد تحلیل کر نقاط بہ، ک، س، ز، ن اور سہ پر شعاعوں کا ایک سلسلہ بن جائیں گی۔

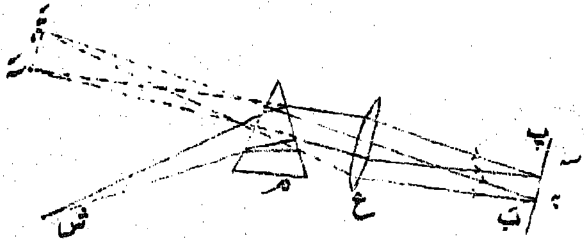


شکل ۱۶۷

ہر رنگ کے نقطہ پر شگاف کا حقیقی خیال بنتا ہے۔ چونکہ ہر خیال ا کی طرح تنگ اور واضح ہے اس لئے ایک رنگ دوسرے سے ملنے نہیں پاتا۔ لہذا خالص طیف حاصل ہوجاتا ہے۔ اگر شگاف تنگ نہ ہوگا تو ممکن ہے کہ خیال اتنے چوڑے بنیں کہ ایک دوسرے سے مل جائیں

اور اس طرح طیف خالص نہ رہے۔

عدسہ کو منشور کی داہنی جانب بھی رکھا جا سکتا ہے جیسا کہ شکل ۱۶۸ میں دکھلایا ہے۔



شکل ۱۶۸

یہاں سہ، بہ کے درمیان مجازی ناسکوں کے حقیقی خیال پردے پر بنتے ہیں۔ اس سے ظاہر ہے کہ خالص طیف کے حاصل کرنے کے لئے ذیل کی شرطیں پوری ہونی چاہئیں۔

(۱) شگاف بہت تنگ ہو۔

(۲) منشور انحراف اقل کی وضع میں ہو۔

(۳) ایک عدسہ اس طرح رکھا جائے کہ پردے پر ایک بہت واضح طیف پیدا کرے۔

دوسری شرط بہت اہم ہے، کیونکہ صرف انحراف اقل ہی کی وضع میں واضح خیال حاصل ہو سکتے ہیں۔

واضح رہے کہ اوپر کی ترکیب ایک خالص حقیقی طیف کے حاصل کرنے کی ہے، جس کو پردے پر بھی ڈالا جا سکتا ہے مجازی خالص طیف منشور میں سے کسی تنگ شگاف کو دیکھنے پر ہمیشہ دکھائی دیتا ہے۔ یہ آنکھ منشور کے قریب رہے گی اس کو ایک چھوٹا لیکن روشن اور خالص طیف نظر آئے گا۔ شکل ۱۶۸ میں اگر عدسہ اور پردے کے بجائے آنکھ کے عدسہ اور پردۂ شبکیہ کو مانا جائے تو یہ کیفیت واضح ہو سکتی ہے۔ طیف کا سرخ حصہ سہ پر نظر آئے گا اور بنفشئی بہ پر۔

انتشار اوپر یہ معلوم ہو چکا ہے کہ مرکب روشنی کی کوئی شعاع جب کسی منشور میں سے منعطف ہوتی ہے تو اس شعاع کے ہر خط کا انحراف مختلف ہوتا ہے۔ سب سے کم طول موج کی روشنی سب سے زیادہ منحرف ہوگی، اور سب سے زیادہ طول موج والی روشنی سب سے کم منحرف ہوگی۔ پس واقع شعاع کا ہر جزو علیحدہ ہو جائے گا اور یہ بلحاظ اپنے انحراف کے ایک معین سمت اختیار کرے گا۔

منشوروں سے انعطاف پر مرکب روشنی کی شعاع کا اس طرح اپنے اجزاء میں تقسیم ہو جانا۔ انتشار کہلاتا ہے۔ اور منعطف شعاع کے کسی دو خطوط کے لئے اس انتشار کی پیمائش خطوط کے درمیانی زاویئے سے ہوتی ہے۔

انتشاری طاقت

جب روشنی کی کوئی شعاع ایسے متعدد منشوروں میں سے گزرتی ہے جن کے انعطافی زاویئے ایک ہی ہوں۔ لیکن وہ خود مختلف اشیاء کے بنے ہوئے ہوں تو خارج ہونے والی شعاعیں مختلف زاویوں میں منحرف ہوتی ہیں، نیز ان میں انتشار بھی مختلف ہوتا ہے چنانچہ اگر معمولی کراؤن شیشہ کا ایک منشور اسی زاویئے کے کاربن بائی سلفائڈ سے پر ایک مجوف منشور پر رکھ دیا جائے اور سفید روشنی کی ایک شعاع ان منشوروں کے ایک پہلو پر واقع ہو تو شعاع کا نیچے والا حصہ ایسے زاویئے میں منحرف ہوگا جو اوپر والے حصے کے زاویئے انحراف سے ۲۰ فیصد بڑا ہوگا۔ اور نیچے والے حصے میں انتشار بھی اتنا ہوگا کہ اس سے اوپر والے حصے سے پیدا شدہ طیف کا کوئی تین گنا بڑا طیف حاصل ہوگا۔ پس کاربن ڈائی سلفائڈ سے جو انتشار پیدا ہوتا ہے وہ کراؤن شیشے کے انتشار کا تقریباً تین گنا ہے، اگرچہ انحراف صرف ۲۰ فیصد ہی زیادہ ہے اس کو دوسرے الفاظ میں یوں کہا جاتا ہے کہ کاربن بائی سلفائڈ کی انتشاری طاقت کراؤن شیشے کی طاقت سے زیادہ ہے۔

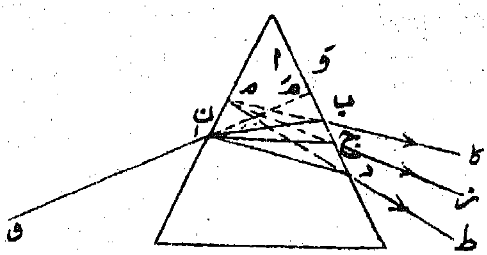
انتشاری طاقت کی تعریف ہم یوں کر سکتے ہیں۔

کسی واسطے کی انتشاری طاقت سے مراد اس واسطے سے بنے ہوئے چھوٹے انعطاف انگیز زاویے والے منشور سے پیدا شدہ انتشار اور اسی منشور سے پیدا شدہ اوسط انحراف کی نسبت ہے، جبکہ سفید روشنی کی شعاع اس میں سے بوضع انحراف اقل منعطف ہو۔

اگر منشور کا زاویہ بڑا ہوگا تو اس سے پیدا شدہ انحراف اور انتشار اس کے زاویئے سے پیچیدہ طور پر وابستہ ہے، نیز ان دونوں کا انحصار انعطاف انگیز مادے کی نوعیت پر بھی ہوتا ہے۔ لیکن اگر ہم زاویہ چھوٹا مانیں گے تو انحراف اور انتشار کو ہم صرف مادے کی نوعیت ہی کی اضافت سے ظاہر کر سکتے ہیں۔

چنانچہ شکل ۱۶۹ میں فرض کرو کہ روشنی کی ایک شعاع ایسے منشور پر واقع ہوتی ہے جس کا زاویہ ۲ ہے۔ فرض کرو کہ یہ زاویہ چھوٹا ہے۔

تو انتشار = ۂ ض ط



شکل ۱۶۹ع

اوسط انحراف = ق مْ ز

اس لئے تعریف کی رو سے

انتشاری طاقت = ہ مْ ط / ق مْ ز

اب زاویہ ہ مْ ط، انتہائی شعاعوں و ن د ط، اور و ن ب ہ کے انحرافوں کے فرق کے مساوی ہے۔

اس لئے اگر مب = شعاع و ن د ط کے لئے انعطاف نما

اور مہ = 〃 و ن ب ہ 〃 〃 〃

حب = 〃 و ن د ط 〃 〃 انحراف

حہ = 〃 و ن ب ہ 〃 〃 〃

تو حب = (مب - ۱) ا　　(دیکھو صفحہ ۱۲۲)

اور حہ = (مہ - ۱) ا

اسی طرح اگر مہ = شعاع و ن ج ز کے لئے انعطاف نما

اور ح = 〃 〃 〃 انحراف

تو ح = (مہ - ۱) ا

پس ہ مْ ط = حب - حہ

= (مب - ۱) ا - (مہ - ۱) ا

= (مب - مہ) ا

∴ انتشاری طاقت = (مب - مہ) ا / (مہ - ۱) ا

= (مہ ب − مہ ر) / (مہ − ۱)

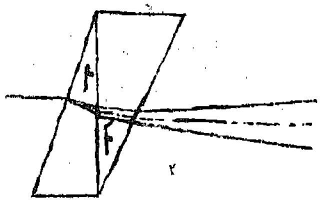
انتشاری طاقت کو بالعموم ط سے ظاہر کرتے ہیں۔ اس لئے اوپر کا علاقہ یوں لکھا جائے گا۔

ط = (مہ ب − مہ ر) / (مہ − ۱)

انتشاری طاقت کی یہ تعریف صحیح سمجھی جاتی ہے۔ اوپر جو تعریف دی گئی ہے وہ تقریبی ہے کسی واسطے کی انتشاری طاقت حاصل کرنے کے لئے مہ ب، مہ ر کو معین طیفی خطوط کے انعطاف نما کے طور پر لیا جاتا ہے۔ اوسط انعطاف نما کے لئے سوڈیم کی روشنی استعمال کی جاتی ہے۔ ایسی صورت میں مہ کی بجائے مہ D لکھنا چاہیئے۔

راست رویت کا منشور مختلف اشیاء کے بنے ہوئے منشوروں کو اس طرح استعمال کرنا ممکن ہے کہ وہ روشنی کو مختلف سمتوں میں منحرف کریں، اس سے روشنی کی شعاع میں اس کی سمت بدلے بغیر معتدبہ انتشار پیدا ہو جاتا ہے ایسے منشور کو راست رویت کا منشور کہتے ہیں۔

فرض کرو کہ شکل ۱۷۰ میں مختلف اشیاء سے بنے ۲ منشور ملا کر رکھے گئے ہیں ہر دو کے انعطاف انگیز زاویے أ اور أَ چھوٹے ہیں۔



شکل ۱۷۰

اگر سوڈیم کی روشنی کے لئے ہر دو اشیا کے انعطاف نما مہ D اور مہَ D ہوں تو ان کے انحراف ح D اور حَ D ہوں گے، اس طرح کہ

ح D = (مہ D − ۱) أ

حَ D = (مہَ D − ۱) أَ　　ہیں۔

اب اگر أ اور أَ کا مناسب انتخاب کیا جائے تو یہ انحراف مساوی کئے جا سکتے ہیں۔

پس (مـد - ۱) ا = (مـَد - ۱) اَ

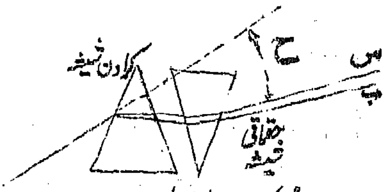
یا ا / اَ = (مـَد - ۱) / (مـد - ۱)

ہر شے کے لئے مقدار (مـ - ۱) کو اس شے کی انعطافیت کہتے ہیں۔
اوپر کے علاقہ سے ظاہر ہے کہ راست رویت کے منشور میں جب ہر دو منشوروں کے زاویئے چھوٹے ہوں تو وہ ہر دو منشوروں کی انعطافیت کے بالعکس متناسب ہوتے ہیں۔
اس منشور سے پیدا شدہ انحراف = (مـبنفشی - مـسرخ) ا - (مـَبنفشی - مـَسرخ) اَ

بے رنگ منشور ایک منشور، جو کسی منعطف شعاع نور کو اس کے طیفی رنگوں میں تحلیل کئے بغیر منحرف کرتا ہے بے رنگ منشور کہلاتا ہے۔

بے رنگ منشور بھی اسی طرح تیار کیا جاتا ہے جس طرح کا کہ راست رویت کا منشور یعنی ایک منشور کراؤن شیشہ کا لیا جائے اور دوسرا چقماقی شیشہ کا۔ (شکل ـــ)

لیکن ہر دو منشور کے زاویئے اس طرح منتخب کئے جاتے ہیں کہ کراؤن شیشہ سے پیدا شدہ انتشار چقماقی شیشہ کے انتشار کے مساوی اور مخالف ہو۔



شکل ۱۷۱

یہ اس وجہ سے ممکن ہے کہ مساوی زاویئے والے منشوروں میں چقماقی شیشہ کراؤن شیشہ سے زیادہ انتشار پیدا کرتا ہے۔ چنانچہ جب حسب شکل ۱۷۱ دونوں منشور رکھے جاتے ہیں تو حاصل انتشار صفر ہوتا ہے۔ برخلاف اس کے کراؤن شیشے سے جو انحراف پیدا ہوتا ہے وہ چقماقی شیشہ کے انحراف سے زیادہ ہوتا ہے۔ لہذا انحراف بغیر انتشار حاصل ہوتا ہے۔ جملہ شعاعیں ایک دوسرے کے متوازی ہو جاتی ہیں اور بہ مل کر سفید روشنی پیدا کرتی ہیں۔ اس کے برخلاف راست رویت کے منشور میں انتشار بغیر انحراف پیدا ہوتا ہے۔
فرض کرو کہ ہر دو منشوروں کے زاویئے چھوٹے ہیں اور ا اور اَ ہیں۔
تو پہلے منشور سے پیدا شدہ انتشار = حبنفشی - حسرخ = (مـبنفشی - مـسرخ) ا

اور دوسرے منشور سے پیدا شدہ انتشار $= \bar{ح}_{ب} - \bar{ح}_{ی} = (\bar{م}_{ب} - \bar{م}_{ی})\,\bar{أ}$

پس بے رنگ منشور کے لئے $(م_{ب} - م_{ی})\,ا = (\bar{م}_{ب} - \bar{م}_{ی})\,\bar{أ}$

یعنی $\frac{\bar{أ}}{ا} = \frac{م_{ب} - م_{ی}}{\bar{م}_{ب} - \bar{م}_{ی}}$

اور پہلے منشور سے انحراف $= ح_{D} = (م_{D} - ۱)\,أ$

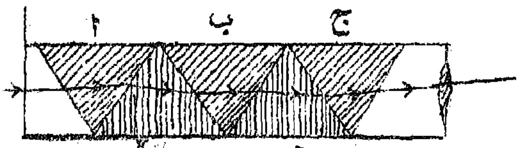
اور دوسرے منشور سے انحراف $= \bar{ح}_{D} = (\bar{م}_{D} - ۱)\,\bar{أ}$

اگر پہلے منشور کی انتشاری طاقت دوسرے منشور کی طاقت سے کم ہو تو ا بڑا ہوگا $\bar{أ}$ سے اور $ح_{D}$ بڑا ہوگا $\bar{ح}_{D}$ سے باوجودیکہ $(م_{D} - ۱)$ کم ہے $(\bar{م}_{D} - ۱)$ سے

پس ایسے منشور سے جو روشنی گزرے گی وہ منحرف تو ہوگی لیکن منتشر نہ ہوگی۔

راست رویت کا طیف نما راست رویت کے اصول پر ایک آلہ تیار کیا جاتا ہے جس کو راست رویت کا طیف نما کہتے ہیں۔

ایسا طیف نما (شکل ۱۷۲) کراؤن اور چقماقی شیشوں کے عدسوں پر مشتمل ہوتا ہے جو یکے بعد دیگرے رکھے جاتے ہیں۔ چنانچہ شکل میں منشور



شکل ۱۷۲

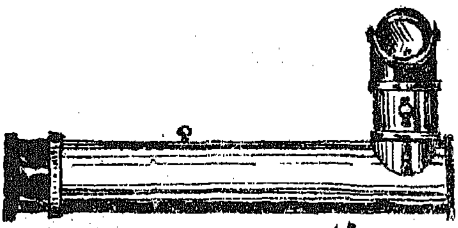
ا، ب، ج کراؤن شیشہ کے ہیں اور د اور ہ چقماقی۔ ان منشوروں کے زاویئے ایسے منتخب کئے جاتے ہیں کہ حاصل انحراف صفر ہوتا ہے۔

چونکہ چقماقی شیشہ کا انتشار کراؤن شیشہ کے انتشار سے زیادہ ہوتا ہے اس لئے روشنی کا طیف بن جاتا ہے۔

طیفی تحلیل میں اس قسم کا طیف نما بہت کار آمد ہوتا ہے۔ چنانچہ شکل ۱۷۳ میں ایسا ایک طیف نما دکھلایا گیا ہے۔

بے رنگ عدسے

چونکہ عدسے کا انعطاف نما مختلف رنگ کی روشنی کے لئے مختلف ہوتا ہے۔ اس لئے اگر عدسہ پر کوئی متوازی شعاع واقع ہوگی تو تو ہر رنگ کی روشنی محور کے ایک علیحدہ نقطہ پر ماسکہ میں آئے گی۔ چنانچہ شکل ۱۷۴ میں عدسہ ع بنفشئی یا نیلی شعاعوں کو مب پر ماسکہ میں لاتا ہے۔ لہذا مب میں شخص کا ایک بنفشئی خیال نظر آئے گا۔ اس خیال کے گرد ایک رنگین حلقہ ہوگا، حلقہ کے وسط میں بنفشئی رنگ ہوگا اور کناروں پر سرخی دوڑتی ہوگی۔ اسی طرح مس پر سرخ خیال بنے گا جس کے گرد ایک سرخ حلقہ ہوگا۔ یہاں سرخ مرکز پر ہوگا اور بنفشئی کناروں پر۔

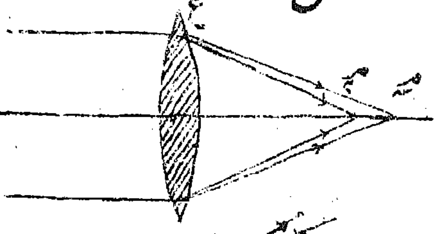


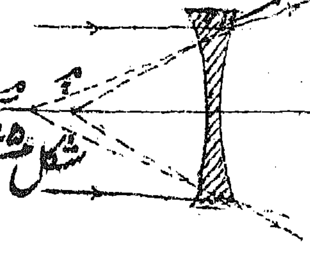
شکل ۱۷۳

ماسکہ کی یہ ضلالت جس کی وجہ سے مختلف رنگوں کی روشنی کے لئے عدسہ کا انعطاف نما مختلف ہو جاتا ہے لونی ضلالت کہلاتا ہے۔

اوپر کی شکل میں محدب عدسہ دکھلایا گیا ہے۔ لیکن اگر مقعر عدسہ استعمال کیا جائے تو بھی یہی کیفیت پیدا ہوگی جیسا کہ شکل ۱۷۵ میں ہے۔ بنفشئی روشنی کے لئے ماسکہ مب ہوگا اور سرخ کے لئے مس۔

شکل ۱۷۴





شکل ۱۷۵

پس بے رنگ عدسہ حاصل کرنے کے لئے دو عدسے ملا کر ایک مرکب عدسہ بنانا چاہیئے۔ عدسے اس طرح کے لئے جائیں کہ سرخ اور بنفشئی شعاعوں کے لئے ایک عدسہ کی ماسکی طاقتوں کا فرق ان ہی دو شعاعوں کے لئے دوسرے عدسے کی ماسکی طاقتوں کے فرق کے مساوی ہو۔ اس کے علاوہ عدسے نوعیت میں مختلف ہونے چاہئیں۔ یعنی ایک عدسہ محدب ہو تو دوسرا مقعر۔

اب مساوات $\frac{1}{\text{م}} = (\text{سہ} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_1} - \frac{1}{\text{ص}_2}\right)$ کو لو جو سہ کی ہر علیحدہ قیمت کے لئے درست ہے۔

فرض کرو کہ $\text{م}_\text{ب}$ ، $\text{م}_\text{سہ}$ = بنفشی اور سرخ شعاعوں کے لئے کسی عدسہ کے طول ماسکہ۔

$\text{سہ}_\text{ب}$ ، $\text{سہ}_\text{سہ}$ = " " " " عدسہ کے انعطاف نما۔

اور م ، سہ = " " وسطی " " " کا طول ماسکہ اور انعطاف نما۔

تو

$$\frac{1}{\text{م}_\text{ب}} = (\text{سہ}_\text{ب} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_1} - \frac{1}{\text{ص}_2}\right)$$

$$\frac{1}{\text{م}_\text{سہ}} = (\text{سہ}_\text{سہ} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_1} - \frac{1}{\text{ص}_2}\right)$$

$$\therefore \frac{1}{\text{م}_\text{ب}} - \frac{1}{\text{م}_\text{سہ}} = (\text{سہ}_\text{ب} - \text{سہ}_\text{سہ})\left(\frac{1}{\text{ص}_1} - \frac{1}{\text{ص}_2}\right)$$

$$= \frac{\text{سہ}_\text{ب} - \text{سہ}_\text{سہ}}{\text{سہ} - 1}(\text{سہ} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_1} - \frac{1}{\text{ص}_2}\right)$$

$$= \frac{\text{ط}}{\text{م}}$$

جہاں ط = انتشاری طاقت

اب اگر کوئی عدسہ دو عدسوں سے مرکب ہو جن کے طول ماسکہ م_1، م_2 ہوں تو مرکب عدسہ کا طول ماسکہ

$$\text{ما} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2}$$

اور ہر عدسہ کے لئے

$$\frac{1}{\text{م}_{1\text{ب}}} - \frac{1}{\text{م}_{1\text{سہ}}} = \frac{\text{ط}_1}{\text{م}_1}$$

اور

$$\frac{1}{\text{م}_{2\text{ب}}} - \frac{1}{\text{م}_{2\text{سہ}}} = \frac{\text{ط}_2}{\text{م}_2}$$

$$\therefore \left(\frac{1}{\text{م}_{1\text{ب}}} + \frac{1}{\text{م}_{2\text{ب}}}\right) - \left(\frac{1}{\text{م}_{1\text{سہ}}} + \frac{1}{\text{م}_{2\text{سہ}}}\right) = \frac{\text{ط}_1}{\text{م}_1} + \frac{\text{ط}_2}{\text{م}_2}$$

$$\therefore \frac{1}{\text{مابہ}} - \frac{1}{\text{ماسہ}} = \frac{\text{ط}_1}{\text{م}_1} + \frac{\text{ط}_2}{\text{م}_2}$$

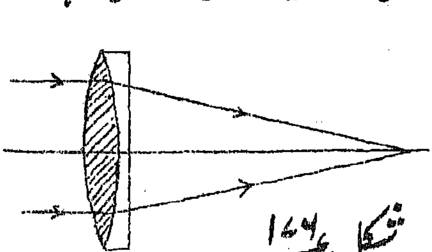
پس اگر مرکب عدسہ میں جملہ شعاعوں کو ایک ہی ماسکہ پر لانا ہے تو تمام شعاعوں کے لئے اس کا طول ماسکہ ایک ہی ہونا چاہیئے یعنی مابہ = ماسہ ہونا چاہیئے۔

$$\therefore \frac{\text{ط}_1}{\text{م}_1} + \frac{\text{ط}_2}{\text{م}_2} = 0$$

$$\therefore \frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = -\frac{\text{ط}_1}{\text{ط}_2}$$

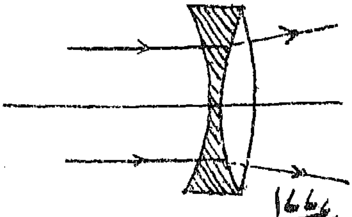
اس منفی علامت سے یہ پتہ چلتا ہے کہ اگر ایک عدسہ محدب ہے تو دوسرا مقعر ہونا چاہیئے۔ نیز ماسکی طولوں کو انتشاری طاقتوں سے راست تناسب میں ہونا چاہیئے۔

اگر عدسوں کی انتشاری طاقتیں مختلف ہوں گی تو ان کی اوسط ماسکی طاقتیں مساوی نہ ہوں گی کیونکہ وہ بنائے اسی طرح پر گئے ہیں کہ سرخ اور بنفشی شعاعوں کے لئے اُن میں ماسکی طاقتوں کے مساوی ہی فرق رہے۔ اگر مقعر کے مقابلے میں محدب عدسہ کی انتشاری طاقت کم ہے، تو اس کی اوسط ماسکی طاقت مقعر عدسہ کی ماسکی طاقت سے زیادہ ہوگی۔ ایسی صورت میں دونوں عدسے ملا کر بےرنگ محدب مرکب عدسے بنائیں گے جیسا کہ شکل ۱۷۶ میں ہے۔ اگر کراؤن شیشہ کا ایک محدب الطرفین عدسہ چقماقی شیشہ کے ایک مستوی مقعر عدسے سے ملا دیا جائے تو اس نمونہ کا بےرنگ عدسہ تیار ہو جائے گا۔



شکل ۱۷۶

برخلاف اس کے اگر مقعر عدسہ کی انتشاری طاقت کم ہے تو دونوں عدسے مل کر بےرنگ مقعر مرکب عدسہ بنائیں گے۔ جیسا کہ شکل ۱۷۷ میں ہے۔



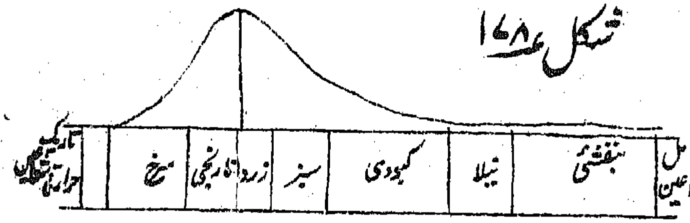
شکل ۱۷۷

چنانچہ کراؤن شیشہ کا ایک مقعر عدسہ اور چقماقی شیشہ کا ایک محدب عدسہ ملانے سے اس نمونے کا ایک عدسہ بنے گا۔

منشوری طیف | منشوری طیف سے مراد وہ طیف ہے جو منشور میں سے انعطاف پر سفید روشنی کی تحلیل سے حاصل ہو۔

جملہ شعاعی موجیں انعطاف پذیر بھی ہیں اور انتشار پذیر بھی۔ اس لئے سفید روشنی جب کسی منشور سے منعطف ہوتی ہے تو خارج ہونے والی روشنی ایسی شعاعوں پر مشتمل ہوتی ہے جو مسلسل بڑھتی ہوئی انعطاف پذیری کے لحاظ سے ترتیب پاتی ہیں۔ پس اگر ہم طیف کے کم انعطاف پذیر سرے سے شروع کریں اور بڑھتی ہوئی انعطاف پذیری کی طرف چلیں تو ہم کو ایسی شعاعیں ملتی ہیں جن کو تاریک حرارتی شعاعیں کہا جاتا ہے۔ یہ شعاعیں حس بصارت کو متاثر نہیں کرتیں۔ اس کے بعد ہم کو سرخ، نارنجی، زرد، سبز، کبودی اور بنفشی رنگ ملتے ہیں۔ شعاعوں کے اس مجموعہ میں حراتی اثرات کے علاوہ یہ خاصیت بھی ہے کہ وہ حس باصرہ پر اثر کرتی ہے جس سے اُن کی رویت ہوتی ہے۔ اس مرئی حصہ میں روشنی کی حدت مختلف مقامات پر مختلف ہوتی ہے۔ زرد حصے میں سب سے زیادہ ہوتی ہے اور پھر بتدریج ہر دو جانب گھٹتی جاتی ہے جیسا کہ شکل ۱۷۸ میں دکھلایا گیا ہے۔ مرئی طیف کے بعد ہم کو تاریک کیمیاوی یا عامل شعاعوں سے سابقہ پڑتا ہے۔ یہ شعاعیں بنفشی کے بعد دور تک پھیلی ہوتی ہیں۔ ان میں یہ صفت ہوتی ہے کہ وہ بعض اشیاء میں کیمیاوی عمل پیدا کر دیتی ہیں۔

شکل ۱۷۸



پس مکمل طیف تاریک، منور، اور کیمیاوی شعاعوں پر مشتمل سمجھا جاسکتا ہے۔
ان سب میں فرق صرف طول موج کا ہوتا ہے۔ اور یہ طول موج از اول تا آخر مسلسل طور پر گھٹتا ہے۔

طیف پیدا کرنے کے طریقے | طیف پیدا کرنے کے حسب ذیل طریقے رائج ہیں۔

(۱) **بنسنی شعلہ:۔** دھاتی نمک جب بنسنی شعلہ میں داخل کئے جاتے ہیں تو شعلہ

میں اپنا خاص رنگ پیدا کر دیتے ہیں۔ یہ رنگین شعلہ جب طیف نما میں دیکھا جاتا ہے تو دھات کا طیف نظر آتا ہے۔ یہ طریقے ٹھوس چیزوں کے لئے بہت کارآمد ہے۔

بعض اوقات بنسن شعلہ کی بجائے آکسی ہائڈروجن شعلہ بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

(۲) برقی قوس:۔ دھاتوں یا اُن کے نمکوں کو جب برقی قوس میں داخل کیا جاتا ہے تو طیف زیادہ روشن نظر آتا ہے۔ اگر قوس کاربن کے برقیروں کے درمیان بنے تو پھر جو طیف حاصل ہوتا ہے اس میں بہت سے طیف مل جاتے ہیں۔ اس لئے دھاتوں کے لئے بہترین صورت یہ ہوتی ہے کہ دھات کی سلاخوں کے درمیان برقی قوس پیدا کی جائے یا پھر ایسا کیا جائے کہ دھاتوں کی نوک دار سلاخیں لے کر اُن کے درمیان امالی لچھے سے ایک شرارہ پیدا کیا جائے جس سے دھات کے ریزے نکلنے لگیں اور شرارے میں دھات کا رنگ پیدا ہو جائے۔

(۳) خلائی نالیاں:۔ گیسوں کے طیف دیکھنے کے لئے خلائی نلیاں استعمال کی جاتی ہیں۔ ان نلیوں کے سروں پر پلاٹینم کے دو برقیرے ہوتے ہیں۔ اور درمیان میں سے ہوا نکال کر لطیف گیس یا بخار بھر دیا جاتا ہے۔ پھر جب امالی لچھے سے ایک برقی رَو ان دونوں برقیروں میں سے گزاری جاتی ہے تو گیس روشن ہو جاتی ہے اور پھر اس کا طیف نظر آ سکتا ہے۔

یہ طریقہ گیسوں کے لئے بالعموم استعمال کیا جاتا ہے لیکن بعض طیران پذیر دھاتوں مثلاً کیڈمیم اور پارے کے لئے بھی استعمال ہو سکتا ہے۔

خروجی طیف کی قسمیں

ہر سلگتے بخار سے جو طیف خارج ہوتا ہے وہ خروجی طیف کہلاتا ہے۔ اس کا انحصار بخار کی نوعیت اور شرائط خروج پر ہوتا ہے۔ ہر عنصر کا طیف علیحدہ ہوتا ہے۔ اس طیف کو دیکھ کر کسی آمیزے میں اس عنصر کے وجود کا علم قطعیت کے ساتھ ہو سکتا ہے۔ بایں ہمہ ایک ہی شے مختلف حالات کے تحت مختلف طیف پیدا کر سکتی ہے۔ خروجی طیف کی تین خاص قسمیں حسب ذیل ہیں۔

(۱) مسلسل طیف:۔ یہ ایک غیر منقطع روشن فیتہ کی طرح ہوتا ہے جس میں نقطہ بہ نقطہ رنگ مختلف ہوتا جاتا ہے۔ اس میں ایک نقطہ حدت اعظم کا ایسا ہوتا ہے کہ اس کے دونوں طرف حدت کم ہوتی چلی جاتی ہے۔ جب اشعاع انگیز شے کی تپش بڑھائی جاتی ہے تو یہ حدت اعظم والا نقطہ طیف کے بنفشی کنارے کی طرف

ہٹ جاتا ہے۔ تابناک مائع یا ٹھوس کا طیف عموماً مسلسل ہوتا ہے۔
تابناک گیس بھی اگر زیادہ دباؤ پر ہو تو یہی طیف پیدا کرتی ہے۔
پگھلی ہوئی دھات، برقی چراغوں کے سوت، اور قوسی چراغ کی کاربنی نوکیں سب ایسا ہی طیف پیدا کرتی ہیں۔ پس ایک مسلسل طیف سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ مبدء ایک تابناک ٹھوس، مائع، یا اعلیٰ دباؤ پر گیس ہے۔

(۲) بند دار طیف :— اس میں چوڑے چوڑے روشن بند ہوتے ہیں جو ایک طرف تو بہت صاف ہوتے ہیں اور دوسری طرف ایک دوسرے میں مل سے جاتے ہیں۔

جب کسی بڑی انتشاری طاقت والے طیف پیما سے یہ دیکھے جاتے ہیں تو ہر بند متعدد خطوط پر مشتمل نظر آتا ہے۔ یہ خطوط بند کے صاف سرے پر تو بہت گنجان ہوتے ہیں لیکن دوسرے سرے پر پھیلے ہوئے ہوتے ہیں۔
سیانوجن کی طرح کے کیمیاوی مرکبات بالعموم بند دار طیف پیدا کرتے ہیں۔ لیکن سیمابی بخار بھی بعض حالات میں یہ طیف پیدا کرتا ہے۔

(۳) خط دار طیف :— اس میں متعدد صاف صاف خطوط ہوتے ہیں جو سارے طیف میں کبھی تو ایک منتظم حالت میں مرتب نظر آتے ہیں اور کبھی یوں ہی بکھرے دکھائی دیتے ہیں۔ جب یہ خطوط منتظم ترتیب میں ہوتے ہیں تو ایک سلسلہ کہلاتی ہیں۔
سادہ اشیا، مثلاً عناصر، بالعموم خط دار طیف پیدا کرتی ہیں۔ گیس یا منور بخار کا طیف بھی ایسا ہی ہوتا ہے۔

شمسی طیف | اگر شگاف پر سورج کی روشنی ڈالی جائے اور طیف کے لئے منشور استعمال کیا جائے تو ایک روشن اور بظاہر مسلسل طیف حاصل ہوگا۔ لیکن اگر شگاف بہت تنگ ہو تو طیف میں متعدد تاریک خطوط نظر آئیں گے۔ بعض بہت واضح ہوں گے اور آسانی سے دکھائی دیں گے اور بعض بہت باریک ہوں گے اور دقت سے نظر آئیں گے یہ خطوط تاریک اس وجہ سے نہیں ہیں کہ ان میں روشنی نہیں ہوتی، بلکہ چونکہ ان کے علاوہ طیف کے حصے روشن تر ہوتے ہیں اس لئے یہ تاریک نظر آتے ہیں۔
ان خطوط کو سب سے پہلے وولسٹن نے دیکھا تھا لیکن ۱۸۰۴ میں فراں ہوفر نے ان کا

نقشہ تیار کیا اور طیف میں ان کی وضعیں مقرر کیں۔ اسی لئے یہ خطوط اس کے نام پر فران ہوفری خطوط کہلاتے ہیں۔ وضع اور وضاحت کے اعتبار سے یہ خطوط ان خطوط کے متناظر ہوتے ہیں جو عناصر سے حاصل ہوتے ہیں۔

ان خطوط کی تکوین کو اچھی طرح سمجھنے کے لئے ذیل کے تجربے پر غور کرو۔

ایک بالکل سفید گرم شئے (مثلاً برقی قوس) حاصل کرو اور اس کا طیف منشور کے ذریعہ دیکھو۔ اب منشور اور شئے کے درمیان ایک بنسنی شعلہ رکھو جس میں نمک داخل کر دیا گیا ہو۔ سوڈیم کا شعلہ بجائے خود سبزی مائل زرد رنگ کی روشنی خارج کرتا ہے۔ لیکن جب دونوں مبادی نور بہ یک وقت روشنی پیدا کرتے ہیں تو سفید گرم سطح کے مسلسل طیف کے زرد حصے میں ایک نہایت واضح تاریک خط ٹھیک اسی مقام پر نظر آتا ہے جہاں صرف سوڈیم کے شعلہ سے روشن زرد خط نظر آیا۔

اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ سوڈیم کے بخار سے خارج ہونے والی روشنی اس قدر قلیل ہوتی ہے کہ اس کو نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔ اب صرف یہ دیکھنا رہ جاتا ہے کہ سفید گرم جسم کی شعاعوں پر اس بخار کی موجودگی سے کیا اثر پڑتا ہے۔

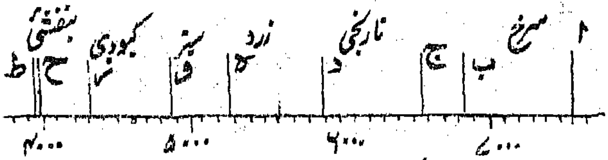
حرحر کی اصولوں سے یہ پتہ چلتا ہے کہ اگر سفید مبدء بنسنی شعلہ کے بخار سے گرم تر ہو تو سفید گرم جسم سے جو موجیں خارج ہوں گی وہ سوڈیم کے بخار میں سے بآسانی گزر جائیں گی سوائے ان موجوں کے جن کا طول موج وہی ہے جو بخار کی روشنی کا ہے۔ یہ موجیں بڑی حد تک بخار میں جذب ہو جاتی ہیں جس کا نتیجہ تاریک خط کی صورت میں ظاہر ہوتا ہے۔

اسی طرح اگر بخار میں لیتھیم موجود ہو تو لیتھیم والی روشنی کی موجیں جذب ہو جائیں گی اور پھر طیف میں لیتھیم کے مقام پر ایک تاریک خط نظر آئے گا۔ یہی کیفیت ہر اس شئے سے پیدا ہوگی جو بخار میں موجود ہوگی۔

سورج میں سفید گرم جسم خود سورج کا مرکزی حصہ ہے جس کو ضیائی کرہ کہتے ہیں۔ جذب کرنے والی سطح ایک لفافہ یا غلاف ہوتا ہے جس کو لونی کرہ کہتے ہیں۔ اس میں وہ سرد تر بخار موجود ہوتے ہیں جو سورج کے جسم سے خارج ہوتے ہیں۔ بنا بریں سورج کے طیف میں ہم کو جا بجا تاریک خطوط ملتے ہیں، جو ان اشیاء کے متناظر ہوتے ہیں جن کا بخار لونی کرہ میں موجود ہو۔ یہ وہ توجیہ ہے جو کرشف نے فران ہوفری خطوط کی پیش کی تھی۔ متعدد ارضی عناصر کے

خطوط سے ان خطوط کے انطباق کی بنا پر ہم یہ باور کرتے ہیں کہ سورج میں ایسے عناصر کی ایک بڑی تعداد موجود ہے جو زمین کے قشر کا جز ہیں۔

شکل ع۱۷۹ میں چند واضح فران ہوفری خطوط دکھائے گئے ہیں۔ سرخ حصے میں تین واضح خط ا، ب، ج، ہیں۔ نارنجی حصے میں ایک خط د ہے، سبز حصے میں ایک خط ھ ہے۔ کبودی میں ایک خط ف ہے، کبودی اور بنفشی کی سرحد پر ایک خط ض ہے اور بنفشی کی انتہا پر دو خطوط ح، ط ہیں۔



شکل ع۱۷۹

خط کے نیچے جو اعداد دئے گئے ہیں وہ طول موج کو ظاہر کرتے ہیں۔ نور کے طول موج کے لئے اکائی "دہ عشر میٹر" یعنی 10^{-10} میٹر یا ایک ملی میٹر کا کروڑواں حصہ ہے۔ اسی کو آنگسٹرامی اکائی بھی کہتے ہیں۔ پس دہ عشر میٹر = 10^{-10} میٹر = 10^{-8} سمر = آنگسٹرامی اکائی۔ چنانچہ سوڈیم کے د خط کا طول موج ۵۸۹۳ دہ عشر میٹر ہے۔ یعنی ۵۸۹۳ آنگسٹرامی اکائیاں۔ اور ہیلیم کے خط کا طول موج ۵۰۴۷ آنگسٹرامی اکائی ہے۔

ان خطوط میں سے ا اور ب ہمارے کرۂ ہوا کی آکسیجن میں انجذاب کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔ باقی لونی کرہ میں انجذاب کا نتیجہ ہیں، جن کی ترتیب حسب ذیل ہے۔

ج اور ف ہائڈروجن کی وجہ سے، د سوڈیم کی وجہ سے، ھ، ح، ط، کیلسیم کی وجہ سے، اور ض لوہے کے بخار کی وجہ سے۔

طیف کے غیر مرئی حصے اس سے پیشتر ذکر کیا جا چکا ہے کہ شمسی طیف صرف مرئی رنگوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ بلکہ اس میں ایسی موجیں ہوتی ہیں جو بہت قصیر ہیں یا بہت طویل ہیں۔ دونوں صورتوں میں ایسی موجیں آنکھ پر اثر نہیں کرتیں۔ قصیر موجیں بالا بنفشی روشنی کہلاتی ہیں۔ اور طویل موجوں کو زیر سرخ کہتے ہیں۔ شکل ع۱۷۸ میں یہی حصے کیمیاوی عامل شعاعوں اور تاریک حرارتی شعاعوں سے ظاہر کئے گئے ہیں۔

(۱) کیمیاوی یا بالا بنفشئی شعاعیں :- ان شعاعوں کو جے۔ ڈبلیو۔ رٹر نے ۱۸۰۱ء میں دریافت کیا تھا۔ یہ شعاعیں لوح عکاسی پر اپنے کیمیاوی عمل سے پہچانی جاتی ہیں۔ چنانچہ اگر معمولی لوح عکاسی کو منشوری طیف کی زد میں رکھا جائے، تو آشکارا کرنے پر معلوم ہوگا کہ سرخ روشنی نے لوح پر بہت کم اثر کیا ہے۔ اس کے مقابلے پر کبودی اور بنفشئی روشنی کا اثر بہت زیادہ ہوگا۔ ساتھ ہی اس کے بنفشئی کے بعد کی یعنی بالا بنفشئی شعاعیں بھی بڑی حد تک اثر کریں گی چنانچہ یہ شعاعیں خاص طور پر حساس چاندی کے نمک (سلور برومائڈ) کو تحلیل کر دیتی ہیں اگرچہ حس باصرہ پر ان کا اثر نہیں ہوتا۔

شیشے کے منشور اور عدسے بالا بنفشئی روشنی کو بڑی حد تک جذب کر لیتے ہیں۔ لیکن اگر کوارٹز (کوارٹز) کے منشور اور عدسے استعمال کئے جائیں تو کسی تابناک جسم کے طیف کا بالا بنفشئی حصہ مرئی حصے کے بنفشئی کنارے سے بہت دور تک پھیلا ہوا معلوم ہوگا۔ اور اگر سورج کی روشنی استعمال کی جائے تو اس حصے میں بھی مرئی طیف کے فرانہوفری خطوط کی طرح بہت سے تاریک خطوط پائے جائیں گے۔

کیمیاوی شعاعوں پر تجربے :- روشنی کے کیمیاوی عمل کو دکھلانے کی سادہ ترین صورت یہ ہے کہ معمولی جیلیٹنو کلورائڈ کا غذ یعنی پی۔ او۔ پی استعمال کیا جائے۔ اگر اس کو بہت روشن طیف میں رکھا جائے گا تو روشنی کے عمل سے یہ تاریک ہو جائے گا۔ اور مختلف حصوں میں تاریکی کے درجے کو ہم ان حصوں پر کیمیاوی اثر کی پیمائش سمجھ سکتے ہیں۔

یا یہ صورت اختیار کی جا سکتی ہے کہ کاغذ کو براہِ راست سورج یا لمپ کی روشنی میں رکھ دیا جائے اور پھر شیشے کی تختی کے داخل کرنے کا اثر دیکھا جائے۔ اس صورت میں بہترین ترکیب یہ ہے کہ کاغذ کو براہِ راست شعاعوں کی زد میں ۱ ثانیوں تک رکھا جائے، پھر ب ثانیوں تک شیشے کی تختی سے روشنی پہنچائی جائے؛ اور ہر صورت میں درجۂ تاریکی ایک ہی رکھا جائے۔ تو نسبت ۱/ب کو تختی میں سے منتقل شدہ کیمیاوی شعاعوں کی کسر مانا جا سکتا ہے۔ اس سے نتیجے تقریبی حاصل ہوتے ہیں۔

اس قسم کے تجربوں سے اتنا تو معلوم ہو جاتا ہے کہ معمولی کراؤن شیشہ کے مقابلے میں گلاس کیمیاوی شعاعوں کو زیادہ منتقل کرتا ہے۔ اور کراؤن شیشہ کثیف چقماق کے مقابلے میں زیادہ منتقل کرتا ہے۔ بالا بنفشئی روشنی برقی اثرات بھی رکھتی ہے۔ چنانچہ برقی قوس یا شرارے سے جو روشنی

منفی بار دار جست کی کسی تختی پر واقع ہوتی ہے تو اس روشنی کا بالا بنفشئی حصہ تختی کو جلد بے بار کر دیتا ہے۔ اسی طرح پارے کے قوسی لیمپ سے جو بالا بنفشئی روشنی خارج ہوتی ہے وہ فضا کو بہت جلد اوزون سے بھر دیتی ہے۔

(۴) تاریک حرارتی یا زیر سرخ شعاعیں:۔ ان شعاعوں کو سر ولیم ہرشل نے ۱۸۰۰ میں دریافت کیا تھا۔ اس نے ایک حساس تپش پیما کے جوفے کو طیف پر رکھا تو معلوم ہوا کہ واقع شعاعوں نے تپش میں بیشی پیدا کر دی ہے۔ اس بات کا یقین کرنے کے لئے تپش کی بیشی واقع شعاعوں کی وجہ سے ہے نہ کسی اور سبب سے طیف کے نزدیک سائے میں دو تپش پیما اور رکھے گئے۔ دیکھنے پر معلوم ہوا کہ ان میں تپش کی بیشی نہیں ہوئی بنفشئی کے بجائے طیف کے سرخ سرے پر تپش کی بیشی بہت زیادہ پائی گئی۔ تپش پیما کو جب بنفشئی کے بعد کے حصے میں رکھا گیا تو حرارتی اثر نہیں پایا گیا۔ لیکن جب اس کو سرخ سے ادھر رکھا گیا تو تپش میں نمایاں تبدیلی محسوس ہوئی۔

اس تجربے کی تعبیر یوں کی جاتی ہے کہ سورج کی شعاعوں میں توانائی ہوتی ہے جو تپش پیما کے جوفے پر واقع ہوتے وقت حرارت میں منتقل ہو جاتی ہے۔ اور شمسی طیف کی بنفشئی شعاعوں میں توانائی سب سے کم ہوتی ہے۔ اور طیف کے سرخ حصے سے اُدھر جو شعاعیں ملتی ہیں وہ غیر مرئی حرارتی شعاعیں ہیں۔ جن میں توانائی تو ہوتی ہے لیکن وہ آنکھ پر اثر نہیں کرتیں۔

حرارتی شعاعوں کو محسوس کرنے کے لئے تپش پیما اس وقت استعمال کیا جا سکتا ہے۔ جبکہ مبدء مثل سورج کے بغایت قوی ہو۔ جب تپش کی خفیف بیشیوں کی پیمائش مقصود ہوتی ہے تو دوسرے آلے استعمال کئے جاتے ہیں جن میں سے حر انبار بہت مشہور ہے۔ اس کی تشریح اور اس کا طریقہ استعمال برق کے بیان میں ملے گا۔

حرارتی شعاعوں پر تجربے:۔ پانی کے مقابلے میں شیشہ غیر مرئی حرارتی شعاعوں کو زیادہ منتقل کرتا ہے اور شیشے کے مقابلے میں نگار زیادہ منتقل کرتا ہے، اور نگار سے بھی زیادہ معدنی نمک (راک سالٹ) منتقل کرتا ہے۔

اس لئے ایک دلچسپ تجربہ یوں انجام دیا جا سکتا ہے کہ شمسی شعلہ کی شعاعیں حر انبار پر ڈالی جائیں اور پھر بیچ میں مختلف اشیاء کی تختیاں رکھی جائیں۔ اس طرح ہر ایک سے منتقل شدہ کسر دریافت کی جائے۔

اگر جرا نبار موجود نہ ہو تو پھر کوئی طاقتور منبع استعمال کیا جائے اور ایک عدسے سے اس کی شعاعیں تپش پیما کے جوڑ پر ماسکہ پر لے آئی جائیں۔

عارضی تنزہر یا تابندگی کاغذ کے بجائے اگر بیریم پلیٹینو سائنائڈ کے پردے پر طیف ڈالا جائے تو بنفشئی اور بالا بنفشئی حصے سبز روشنی کے ساتھ چمکتے ہیں۔ بنفشئی اور بالا بنفشئی روشنی کی توانائی کو پردہ جذب کر لیتا ہے اور پھر دوسرے رنگ کی روشنی بنا کر خارج کرتا ہے۔ سب سے پہلے اس کی توجیہہ ۱۸۵۲ء میں اسٹوکس نے کی۔ بہت سی اشیا یہ کیفیت دکھلاتی ہیں۔ چنانچہ فلورا سپار، یورینیم شیشہ، کونین سلفیٹ، فلورسائن اور ایوسین کے آبی محلول اس کی بہترین مثالیں ہیں۔ روغن پیرافین بھی اسی میں شامل ہے اور بیریم پلیٹینو سائنائڈ زیادہ تر لال شعاعوں میں کام میں آتا ہے۔

تنزہر کا امتیازی خاصہ یہ ہے کہ ایک رنگ کی روشنی جذب ہو کر دوسرے رنگ کی روشنی بن کر نکلتی ہے۔ چنانچہ بالا بنفشئی روشنی بھی جذب ہو کر مرئی روشنی کی صورت میں خارج ہو سکتی ہے۔ اسٹوکس نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ جذب شدہ شعاع کو ہمیشہ زیادہ انعطاف پذیر ہونا چاہیئے۔ یعنی اس کو طیف کے سرخ حصے سے دور ہونا چاہیئے، اور دوبارہ خارج شدہ شعاع کو اس سے کم انعطاف پذیر ہونا چاہیئے۔ اس نتیجہ کو اسٹوکس کا کلیہ کہتے ہیں۔ لیکن جدید تحقیقات سے یہ ثابت ہوا ہے کہ یہ کلیہ ہر حالت میں صحیح نہیں۔

تنزہر کو بالا بنفشئی روشنی کی شناخت کے لئے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ نیز کسی مائع میں سے روشنی کی شعاع کے راستہ کو منور کرنے کے لئے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ چنانچہ اگر پانی میں تھوڑی سی فلورسائن حل کر دی جائے تو فلورسائن کا ہر سالمہ شعاع کے وقوع پر سبز روشنی خارج کرتا ہے اور اس طرح پانی کے اندر روشنی کا راستہ سبز نظر آتا ہے۔

تنزہر بعض اشیاء ایسی ہوتی ہیں کہ اگر ان کو روشنی میں کچھ عرصہ تک رکھا جائے اور پھر تاریک کمرے میں رکھا جائے تو وہ تھوڑی دیر تک روشنی خارج کرتی رہتی ہیں۔ اس مظہر کو تنزہر کہتے ہیں۔ اس مظہر کے پیدا کرنے میں بنفشئی اور بالا بنفشئی شعاعوں کا بڑا حصہ ہوتا ہے۔ روشنی میں رکھنے کے بعد تاریکی میں، روشنی کے خارج ہونے کی مدت بہت مختلف ہوتی ہے چنانچہ بالمین کا منور مسالہ، جو کیلشیم سلفائڈ ہوتا ہے، دھوپ میں رکھنے جانے کے بعد تاریکی میں گھنٹوں تک چمکتا رہتا ہے، اس کے مقابل بعض اشیاء چند ثانیوں تک

بھی روشن نہیں رہتیں۔

یہ اس منظر اس منظر سے بالکل مختلف ہے جس میں تاریک کمرے میں رطوبت کے اثر سے فاسفورس ہلکی سبزی مائل سفید روشنی سے چمکنے لگتا ہے۔ اس منظر کا سبب فاسفورس کا سست احتراق ہے۔ یہ ایک کیمیاوی تغیر ہے جو صرف ایک سمت میں ہوتا ہے۔ اور روشنی میں رکھنے سے اس میں انقلاب نہیں واقع ہوتا۔ صحیح تزہر میں تبدیلی عکس پذیر ہوتی ہے۔ مبدء نور شئے میں وہ توانائی داخل کر دیتا ہے جو تاریکی میں اشعاع پاتی ہے۔ مبدء نور کی زد میں رکھنے سے شئے کو بار بار متزہر کیا جا سکتا ہے۔

تزہر عارضی اور تزہر میں فرق یہی ہے کہ عارضی تزہر میں اشیاء اسی وقت تک روشنی خارج کرتی ہیں جب تک کہ مبدء نوران پہ عامل رہے۔ تزہر میں مبدء نور کے ہٹ جانے کے بعد بھی روشنی خارج ہوتی رہتی ہے۔

روشنی کا اخراج اور اس کے اسباب

(۱) کسی جسم سے روشنی خارج کرانے کی آسان ترین صورت یہ ہے کہ اس کی تپش بلند کر دی جائے۔ شعلہ میں بلند تپش کیمیاوی عمل کا نتیجہ ہوتا ہے۔ برقی تابناک لمپ میں بلند تپش برقی رو کے اعلیٰ مزاحمت میں سے گزرنے کا نتیجہ ہوتی ہے۔

نورانیت کا منظر اس طریقہ کی ایک فرع ہے جس کا ذکر خالی از دلچسپی نہیں۔ پروفیسر ٹنڈال نے ایک گرم جسم کے اشعاع کو کاربن بائی سلفائڈ میں آیوڈین کے محلول میں سے گزارا اور طویل طول موج والی موجیں (اس محلول میں سے بھی موجیں گزر سکتی ہیں) کو پلاٹینم کے ایک پتلے سیاہ کردہ پتر پہ ڈالا، تو پتر گرم ہو کر سرخ ہو گیا۔ اس طرح غیر مرئی زیر سرخ اشعاع جزوی طور پہ قصیر طول موج والے منور اشعاعات میں منتقل ہو گیا۔ اس منظر کو عارضی تزہر کا عکس سمجھا گیا۔ اسی واسطے اس کا نام حرنورانیت (حرارتی نورانیت) رکھا گیا۔ لیکن یہ محض ایک تپشی اثر ہے۔ کیونکہ زیر سرخ اشعاع پتر میں اس تیزی سے داخل ہوتے ہیں کہ وہ ان کو پست تپشوں پر اشعاع نہیں کر سکتا۔ توازن اس وقت قائم ہوتا ہے جبکہ پتر کی تپش اتنی بلند ہو جائے کہ وہ تابناک ہو جائے۔

(۲) بلند تپش کے علاوہ روشنی پیدا کرنے کے جو طریقے ہیں، ان کو ایک عام اصطلاح "نورانیت" سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ اس کی قسمیں حسب ذیل مانی جاتی ہیں۔

(ا) ضیائی نورانیت :- اس کا سبب روشنی کا عمل ہے۔ تزہر عارضی اور تزہر اس ذیل میں آتے ہیں۔ ولسباخ لمپ کی روشنی کچھ تو صحیح حرارتی اشعاع کی وجہ سے اور کچھ تزہر کی وجہ سے خارج ہوتی ہے۔

(ب) فرکی نورانیت :- یہ جبلی اثرات کا نتیجہ ہوتی ہے۔ مثلاً فرک بارگڑ، قرع یا تصبُّب نکلنا، فلق یا پھاڑنا۔ گار کے قلم جب ایک دوسرے سے رگڑ کھائیں تو یہ فرک ہے اشکر کی ڈلی توڑی جائے تو یہ قرع ہے، اور ابرک کے ورق علیحدہ کئے جائیں تو یہ فلق ہے۔

(ج) برقی نورانیت :- یہ خلائی اخراجی نلیوں میں پیدا ہوتی ہے۔ نلی کی دمک غالباً گیسی سالموں سے منفی جسیموں کے تصادم کا نتیجہ ہے۔ پست تر دباؤ پر نلی کی دیواروں سے جسیمے متصادم ہوتے ہیں تو دیوار کے وہ حصے بھی دمکنے لگتے ہیں۔ اسی طریقہ پر ریڈیم یا دیگر تابکار اجسام کے اشعاع کی زد میں بعض معدنی قلمیں بھی دمکنے لگتی ہیں۔

(د) کیمیائی نورانیت :- یہ بالعموم تکسید کا نتیجہ ہوتی ہے۔ اس کی بہترین مثال فاسفورس ہے۔ بوسیدہ حیوانی اور نباتی مادہ بھی اسی ذیل میں آتا ہے۔

(ہ) حرارتی نورانیت :- یہ اس وقت واقع ہوتی ہے جبکہ بعض اجسام قدرے گرم کئے جاتے ہیں، لیکن تپش اتنی بلند نہیں ہوتی کہ سرخ حرارت پیدا ہو سکے۔ یہ اثر ہیرے اور فلورا سپار میں نمایاں ہے۔

(و) حیوانی نورانیت :- یہ زیادہ تر جگنو اور اسی قسم کے کیڑوں میں پائی جاتی ہے۔ جگنو کی چمک دمک غالباً کسی تکسیدی خامر کا عمل ہے۔

(ز) قلمی نورانیت :- جب بعض اشیاء کی قلمیں محلول کے باہر بنتی ہیں تو ان میں نور کے خارج کرنے کی طاقت ہوتی ہے۔ چنانچہ جب الکوہل کو سوڈیم کلورائڈ (نمک طعام) کے گرم سیر شدہ محلول میں ڈالا جاتا ہے تو نیلگوں روشنی نمودار ہوتی ہے۔ یہی قلمی نورانیت ہے۔

طیف نما | طیف کا مشاہدہ کرنے کا آسان ترین طریقہ یہ ہے کہ کسی طیف پیما کی منشوری میز پر کسی منشور کو انحراف اقل کی وضع میں رکھا جائے۔ ایسی صورت میں دوربین کے ماسکی مستوی میں ایک طیف بن جاتا ہے جس کا مشاہدہ چشمہ سے کیا جا سکتا ہے۔ طیفوں کی جانچ کے لئے جو آلے استعمال کئے جاتے ہیں ان کو طیف نما کہتے ہیں۔

ہر طیف پیما جزاوئے پیمائش کر سکتا ہے طیفوں کی جانچ کے لئے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

ایسی صورت میں اس کو سادہ ترکیبی بنایا جا سکتا ہے۔ سب سے پہلے منشور کو منشوری میز پر ثابت کر دیا جاتا ہے۔ پھر چونکہ دائرے پر طیف ہمیشہ ایک ہی مقام پر نظر آئے گا۔ اس لئے ضروری نہیں کہ پورا دائرہ درجہ دار ہو۔ اگر ۶۰° کی قوس میں درجے بنا دئے جائیں تو کافی ہے۔ اس کے علاوہ منشور ڈھکا ہوا ہوتا ہے تاکہ غیر ضروری روشنی طیف کی وضاحت پر اثر نہ کرے۔

طیفی تشریح ہر شے کا ایک طیف ہوتا ہے، جس کا انحصار اس شے کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ لہٰذا اگر کسی شے سے خارج شدہ روشنی کا امتحان کیا جائے تو شے کی ترکیب کے متعلق راست شہادت ملنی چاہیئے۔ جب کسی شے کا روشن خط والا طیف قطعی طور سے معلوم ہو جائے تو یہ نتیجہ نکالا جا سکتا ہے کہ جہاں کوئی طیف پایا جائے تو وہ شے بھی ضرور موجود ہوگی۔ چنانچہ فرض کرو کہ کیلشیم کا طیف معلوم ہے۔ اب بنسنی شعلہ کے بے رنگ شعلے میں ایک مجہول نمک داخل کیا گیا۔ پس اگر طیف نما سے کیلشیم کے طیف کا پتہ چلے تو فوراً یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اس نمک میں کیلشیم موجود ہے۔ یہ طریقہ کسی شے کی قلیل مقداروں کی شناخت میں بہت کارآمد ہے۔ یہ بہت تیز اور حساس طریقہ ہے۔ بنسنی شعلہ میں اگر رتی بھر بھی سوڈیم ہوگا تو طیف میں سوڈیم کے خطوط نظر آجائیں گے نہایت حساس ہونے کی وجہ سے اس طریقۂ تشریح سے ایسے متعدد عناصر کے وجود کا پتہ چلا ہے، جن کا علم بوجہ ان کی قلیل مقداروں کے دوسرے طریقوں سے ممکن نہ تھا۔ چنانچہ سی سیم، روبی ڈیم، تھیلیم، انڈیم، اور گیلیم کی دریافت اسی طریقے سے ہوئی۔

مشقی سوالات

(۱) ایک پتلے منشور کا زاویہ ۵° کا ہے۔ سرخ روشنی کے لئے اس کا انعطاف نما ۱٫۵ ہے اور بنفشی کے لئے ۱٫۶۔ منشور کتنا انتشار پیدا کرے گا؟

انتشار = ۱ (مب - مس) = ۵ (۱٫۶ - ۱٫۵) = ۰٫۵°

(۲) ایک منشور کو کراؤن شیشے سے بنا ہے جس کا انعطاف نما ۱٫۵۲۳ ہے۔ اس میں انحراف اقل ۲۵° کا ہے۔ منشور کا زاویہ کتنا ہونا چاہیئے؟

(۳) طیف پیما سے منشور کا انعطاف نما دریافت کیا گیا تو ا کی قیمت ۴۴° ۴۶' اور ح کی قیمت

۲۹° ۲۳' حاصل ہوتی (سوڈیم کی روشنی کے لئے) انعطاف نما معلوم کرو۔

(۴) شیشے کے ایک منشور کا انعطافی زاویہ ۲۵° ہے۔ اس کا انعطاف نما ۱٫۵۶۳ ہے۔ منشور کے ایک رُخ پر ایک شعاع عمود دار واقع ہوتی ہے اور شیشے میں داخل ہو کر دوسرے رُخ پر منعطف ہو جاتی ہے۔ پیدا شدہ انحراف دریافت کرو۔

(۵) منشور کا زاویہ بڑے سے بڑا کتنا ہو سکتا ہے اگر ایک رُخ پر ایک شعاع ۶۰° پر واقع ہو کر دوسرے رُخ سے خارج ہو جائے۔ شیشہ کا انعطاف نما ۱٫۵۸۳ ہے۔

(۶) ثابت کرو کہ اگر منشور کا زاویہ اس واسطے کے لئے انحراف اقل کے زاویئے کے دُگنے سے بڑھ جائے تو کوئی شعاع منشور میں سے نہیں گزر سکتی۔

(۷) دو منشوروں کو کس طرح ملانا چاہیئے کہ انحراف بغیر انتشار اور انتشار بغیر انحراف حاصل ہو۔

(۸) شیشے کے دو پتلے منشوروں کے زاویئے ا اور اَ ہیں۔ ان کے انعطاف نما علی الترتیب م اور مَ ہیں اور (م - ۱) ا = (مَ - ۱) اَ ۔ ثابت کرو کہ جب وہ مخالف سمتوں میں گھمائے جاتے ہیں تو ایک منشور دوسرے کے انحراف کی تعدیل کر دیتا ہے۔

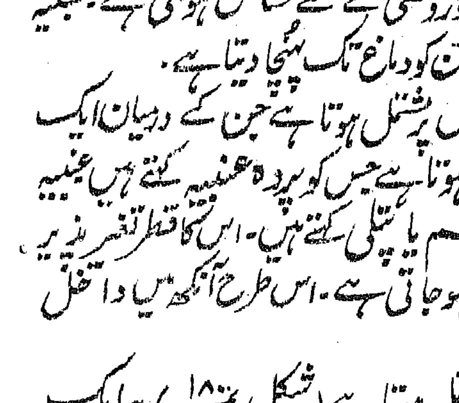
گیارہواں باب

آنکھ اور رویت

آنکھ انسانی آنکھ کو ایک مناظری آلہ خیال کیا جا سکتا ہے جس میں ایک متقارب عدسہ ایک حساس پردے پر حقیقی خیال بناتا ہے جس پردے پر خیال بنتا ہے وہ عصبی جھلی کی ایک تہ ہوتی ہے جو آنکھ کے ڈھیلے کے پچھلے حصے پر چڑھی ہوتی ہے اس پردے کو شبکیہ کہتے ہیں۔ شبکیہ کو یوں بھی سمجھا جا سکتا ہے کہ وہ عصبہ بصری کے سرے کے ریشے ہیں جو پھیل کر جالی کی شکل میں آ گئے ہیں، جو روشنی کے لئے حساس ہو گئی ہے۔ شبکیہ پر جو ارتسامات مرتسم ہوتے ہیں، عصبہ بصری ان کو دماغ تک پہنچا دیتا ہے۔

عدسوی نظام عدسوی نظام دو حصوں پر مشتمل ہوتا ہے جن کے درمیان ایک عضلاتی حجاب حاجز ہوتا ہے جس کو پردہ عنبیہ کہتے ہیں عنبیہ کے مرکز پر ایک ثقبہ ہوتا ہے جس کو مردم چشم یا پتلی کہتے ہیں۔ اس کا قطر تغیر پذیر ہوتا ہے۔ نیز روشنی میں پتلی خود بخود منقبض ہو جاتی ہے۔ اس طرح آنکھ میں داخل ہونے والی روشنی کی مقدار کم ہو جاتی ہے۔

عدسوی نظام کا سامنے کا حصہ قرنیہ پر مشتمل ہوتا ہے (شکل نمبر ۱۸۰) یہ ایک شفاف جھلی ہے، جس پر آنکھ کے ڈھیلے کے سامنے کا مرکزی حصہ مشتمل ہوتا ہے قرنیہ کے عین بعد جو انعطاف انگیز واسطہ ہے اس کو رطوبت مائیہ کہتے ہیں۔ اس کا انعطاف نما تقریباً ۱٫۳۳ ہے۔ قرنیہ اور عدسہ کے درمیان جتنی جگہ ہے وہ اس رطوبت سے اچھی طرح پر ہے۔



شکل نمبر ۱۸۰

قلمی عدسہ عنبیہ کے عین پیچھے واقع ہوتا ہے آنکھ کے ڈھیلے کی دیواروں سے بذریعہ خلدار عضلوں اور خلدار زائدوں کے لگا ہوا ہوتا ہے۔ ان کی مدد سے عدسہ کی سطحوں کے انحنا بدلے جا سکتے ہیں اور عدسہ کی ماسکی طاقت متغیر ہو سکتی ہے۔ اس عدسہ کا اوسط انعطاف نما ۱٫۴۵ ہے۔

عدسہ کے پیچھے پردہ شبکیہ تک ایک شفاف لزج واسطہ ہوتا ہے جس کو رطوبت زجاجیہ کہتے ہیں۔

سامنے سے پیچھے تک آنکھ کے ڈھیلے کا طول تقریباً ۲٫۴ سمر ہوتا ہے۔ بنابریں جب آنکھ سکون کی حالت میں ہو تو عدسوی نظام کی مجموعی طاقت تقریباً ۴۳ بصریہ ہونا چاہیئے۔ کیونکہ ان حالات میں آنکھ میں داخل ہونے والی متوازی شعاعیں شبکیہ پر ماسکہ میں آتی ہیں۔ صرف قرنیہ کا ماسکی نقطہ شبکیہ سے بقدر ۰٫۸ سمر پیچھے ہوتا ہے۔ بنابریں قرنیہ ایک مستدق عدسہ کا کام دیتا ہے جس کی ماسکی طاقت تقریباً ۳۲ بصریہ ہوتی ہے، درانحالیکہ قلمی عدسہ کی طبعی ماسکی طاقت ۱۱ بصریہ ہوتی ہے۔

طاقت توفیق

قرنیہ کا انعطاف تقریباً وہی ہے جو رطوبت مائیہ کا ہے۔ بنابریں آنکھ میں داخل ہونے والی شعاعوں کو تین سطحوں پر انعطاف سے سابقہ پڑتا ہے۔ ایک تو قرنیہ کی بیرونی سطح پر، اور پھر عدسہ کے دونوں سطحوں پر۔

آنکھ کی تماسک کے وقت شبکیہ کو تمک لمرے کے پردے کی طرح عدسے سے دور ہٹایا نہیں جا سکتا۔ اس کا بدل خود عدسہ میں ہے یعنی خود عدسہ ربڑ کی طرح لچک دار ہے اور خلدار عضلہ اس کی سطحوں کے نصف قطر انحنا کو بدل دیتا ہے۔ بالعموم جب آنکھ ساکن ہو تو اس کے نظام کی ترتیب اس طرح ہوتی ہے کہ دور کی شے کا خیال شبکیہ پر ماسکہ میں آتا ہے۔ پس اگر وہ کسی نزدیک کی شے کو دیکھنے لگے۔ تو اس کی وضع بدلنا لازمی ہے تاکہ وہ نزدیک کی چیز کو وضاحت سے دیکھ سکے۔ یہ مقصد عدسہ کی آگے کی طرف حرکت اور سطحوں کے انحنا کی تبدیلی سے حاصل ہوتا ہے۔

اصطلاح میں اس کو یوں کہتے ہیں کہ آنکھ میں طاقت توفیق ہے یعنی آنکھ ہر فاصلے کی شے کو دیکھنے کے لئے اپنے آپ کو درست کر لیتی ہے۔ چنانچہ کم از کم ۲۵ سمر کے فاصلے کی ہر چیز کا خیال شبکیہ پر بنا سکتی ہے۔ بالفاظ دیگر عدسوی نظام کی ماسکی طاقت حسب مرضی

بقدر ہم بصریہ کے بڑھ سکتی ہے۔ یہی توفیق ہے۔
"نوخیز" آنکھوں میں توفیق کی مقدار ہم بصریہ سے بہت زیادہ ہوتی ہے۔ لیکن عمر کے ساتھ ساتھ یہ مقدار گھٹتی جاتی ہے، کیونکہ عضلات میں بجائے لوچ کے سختی آنے لگتی ہے۔
شبکیہ پر جو خیال بنتا ہے وہ اُلٹا ہوتا ہے لیکن اس سے کوئی التباس واقع نہیں ہوتا۔ کیونکہ دماغ اُن ارتسامات کو ہمیشہ سیدھی وضع میں محسوس کرتا ہے۔

رویت واضح رویت واضح کا فاصلہ، جیسا کہ اس سے پیشتر بیان کیا جا چکا ہے، وہ فاصلہ ہے جس پر آنکھ کسی شئے کو تفصیل کے ساتھ دیکھ سکتی ہے۔
طبعی آنکھ کے لئے یہ فاصلہ ۱۰ انچ یا ۲۵ سم ہوتا ہے۔ جب ہدبی عضلہ بالکل ڈھیلا ہو تو آنکھ کی تماسک نقطہ بعید پر ہوتی ہے۔ طبعی آنکھ کے لئے نقطہ بعید لا متناہی پر ہے۔ جب ہدبی عضلہ اپنی حد آخر تک منقبض ہو جاتا ہے تو آنکھ کی تماسک نقطہ قریب پر ہوتی ہے۔ رویت واضح کے نقطہ سے نقطہ قریب آنکھ سے قریب تر ہوتا ہے۔ نقطہ قریب کو معلوم کرنے کے لئے وہ فاصلہ دریافت کرنا چاہیئے جس پر باریک سے باریک چھاپہ پڑھا جا سکے۔
آنکھ کا طول ماسکہ پانی میں ڈبونے سے کم ہو جاتا ہے۔ اس کا حال بالکل ایسا ہی ہے جیسے کسی محدب عدسے کو پانی میں ڈبو دیا جائے۔ پانی میں غوطہ لگاتے وقت اس کا مشاہدہ ہوتا ہے۔ پانی کی تہ میں سنگریزے واضح طور پر نظر نہیں آتے، کیونکہ پانی میں ڈوبنے سے طول ماسکہ کی کمی کو آنکھ انحنا میں اضافہ کر کے پورا نہیں کر سکتی۔

تجربہ رویت واضح کے فاصلہ کی دریافت:- کاغذ کے ایک پرزے پر $\frac{1}{16}$" کے فصل سے کاغذ پر سوئی سے دو سوراخ کرو۔ کاغذ کو آنکھ کے بالکل قریب اس طرح رکھو کہ سوراخ اُفقی خط پر رہیں۔ اب ان سوراخوں میں سے آنکھ کے سامنے ایک انتصابی سوئی کو دیکھو۔ تو سوئی دُہری اور غیر واضح نظر آئے گی۔ اب آہستہ آہستہ سوئی کو ہٹاؤ۔ اب خیال واضح تر ہو جائیں گے اور ایک دوسرے سے قریب تر آ جائیں گے۔ پھر ایک فاصلہ پر دونوں منطبق ہو کر انطباق میں رہیں گے۔ یہی فاصلہ رویت واضح کا اقل فاصلہ ہے۔
اس کی توجیہ یوں کی جاتی ہے کہ سوئی سے روشنی کی دو باریک پنسلیں سوراخوں میں سے

گزرتی ہیں۔ اور آنکھ پر پہنچ کر منعطف ہوتی ہیں اور پھر ایک مشترک ماسکہ پر ستدق ہوتی ہیں۔ اگر سوئی رویت واضح کے اقل فاصلے پر یا اس سے زیادہ ہو تو آنکھ خود کو اس طرح درست کر لیتی ہے کہ مشترک ماسکہ شبکیہ پر رہتا ہے۔ لیکن اگر سوئی رویت واضح کے اقل فاصلے سے کم پر ہو تو شبکیہ پر پہنچنے سے پہلے دونوں پنسلیں متقاطع ہو جاتی ہیں۔ اس طرح دو خیال نظر آتے ہیں اور دونوں غیر واضح ہوتے ہیں۔ اب تجربہ کو دہراؤ اور بالفرض بائیں طرف کے سوراخ کو بند کر دو۔ تو داہنی طرف والا خیال غائب ہو جائے گا اور بالعکس۔ واضح رہے کہ دماغ الٹے خیال کو سیدھا کر دیتا ہے۔

خطۂ اصفر جب آنکھ کسی چھوٹی چیز کو دیکھتی ہے تو آنکھ کی سمت کچھ اس طرح کی ہوتی ہے کہ خیال ایسے مقام پر بنتا ہے جس کو جوف مرکزی کہتے ہیں۔ یہ شبکیہ میں چھوٹا سا ایک قعر ہے جو عدسوی نظام کے مناظری محور کے کسی قدر جانب واقع ہوتا ہے۔ اس قعر کو گھیرے ہوئے بھورے رنگ کا چھوٹا سا ایک رقبہ ہے جس کو خطۂ اصفر کہتے ہیں۔
جب خیال اس خطہ پر بنتا ہے تو اس کا ادراک اس سے زیادہ واضح ہوتا ہے، جتنا کہ شبکیہ پر بننے کی صورت میں ہوتا۔ چنانچہ جب کسی شئے کو غور سے دیکھنا ہوتا ہے تو آنکھ سے اس طرح دیکھتے ہیں کہ خیال خطہ اصفر پر بنے۔

خطۂ اعمیٰ شبکیہ کے اعصاب جس نقطہ پر عصبہ بصری سے مل جاتے ہیں وہاں ایک چھوٹا سا رقبہ ہوتا ہے جو روشنی سے بالکل متاثر نہیں ہوتا۔ یہ رقبہ جوف مرکزی سے تھوڑے ہی فاصلے پر ہوتا ہے۔ اور اس طرف ہوتا ہے جو ناک سے قریب ہے۔ اس خطا کو خطۂ اعمیٰ کہتے ہیں۔

تجربہ: — خطۂ اعمیٰ کا محل معلوم کرنے کے لئے سفید کاغذ پر ۳" کے فصل سے ایک بڑی اور ایک چھوٹی قرص بناؤ۔ ایک کا قطر $\frac{1}{8}$" اور دوسری کا $\frac{3}{8}$" رکھو۔ کاغذ کو اس طرح رکھو کہ ہر قرص کے عین سامنے ایک آنکھ ہو۔ اب دونوں آنکھوں سے چھوٹی قرص کو دیکھو۔ اور پھر اس قرص کے سامنے والی آنکھ بند کر دو۔ اس کے بعد کاغذ کو آگے پیچھے حرکت دو، اور کھلی آنکھ کو چھوٹی قرص پر لگائے رکھو۔ تو ایک فاصلہ ایسا ملے گا جہاں سے بڑی قرص بالکل اوجھل ہو جائے گی کیونکہ اس سے جو روشنی آرہی ہے وہ آنکھ میں ترچھی داخل ہوتی ہے جس سے اس کا خیال خطۂ اعمیٰ پر بنتا ہے۔ یہ فاصلہ کم و بیش ۱۲" کا ہوتا ہے۔

استمرار رویت

جب آنکھ کسی شے کو دیکھتی ہے تو شبکیہ پر جو ارتسامات مرتسم ہوتے ہیں۔ وہ شے کے ہٹ جانے کے بعد فوراً ہی نہیں غائب ہو جاتے۔ اسی کو استمرار رویت کہتے ہیں۔

آنکھ سے شعاعوں کے منقطع ہو جانے کے بعد تقریباً $\frac{1}{10}$ ثانیہ تک شبکیہ پر پیدا شدہ خیال دکھلائی دیتا رہتا ہے۔ اس کا یہ نتیجہ ہوتا ہے کہ تیز حرکت کرنے والی شے میں تسلسل نظر آنے لگتا ہے۔ اگرچہ ہر آن شبکیہ پر خیال واضح اور صاف بنتا ہے۔

تکان

اگر کسی روشن شے کو دیکھا جائے تو شبکیہ پر اس کا نقش کچھ دیر تک باقی رہتا ہے۔ اس کو استمرار رویت سے کوئی تعلق نہیں۔ اگر سفید پردے پر آنکھ لگی ہو تو اس ارتسام کی نوعیت سائے کی سی ہو جاتی ہے۔ اگر آنکھ کو بند کر لیا جائے تو بھی ارتسام منور ہو کر نظر آتا ہے۔ اس ارتسام مابعد کا رنگ روشن شے کے رنگ پر منحصر ہوتا ہے۔ سفید پردے کے مقابل جو ظلی ارتسام نظر آتا ہے اس کا رنگ ایسا ہوتا ہے کہ شے کے رنگ کے ساتھ ملانے سے سفید رنگ پیدا ہو۔ اس قسم کا تکان گھنٹوں رہ سکتا ہے۔

تکان کی دوسری قسم وہ ہے جو کسی اچھے روشن کمرے میں آنکھ کے طبعی استعمال سے پیدا ہو۔ اس سے ایک عام تکان پیدا ہوتا ہے۔ چنانچہ تاریک کمرے میں داخل ہوتے دھندلے طور پر منور شے نظر نہیں آتی جب تک کہ تاریکی میں آنکھ چند منٹ تک آرام نہ کر لے۔ شبکیہ کا مرکزی حصہ اطراف کے حصوں سے زیادہ تکان محسوس کرتا ہے کیونکہ وہ استعمال میں بھی زیادہ آتا ہے۔

اگر کسی کمرے میں کسی خاص قسم کی روشنی ہو اور اس میں کچھ دیر تک کام کیا جائے تو اس رنگ کے لئے آنکھ میں تکان پیدا ہو جاتا ہے۔ اگرچہ وہ حصے جو روشنی سے متاثر نہیں ہوتے علی حالہ حساس رہتے ہیں۔ اس سے عارضی رنگ کوری پیدا ہو جاتی ہے۔ چنانچہ اگر اس کے بعد سفید روشنی والے کمرے میں داخل ہو جائے تو سفید رنگ کی شے ایسے رنگ پر نظر آئے گی کہ سابق کی روشنی کے ساتھ اس رنگ کے ملانے سے سفید رنگ پیدا ہو۔

آنکھ میں کروی اور لونی ضلالتیں

اگرچہ آنکھ میں عدسہ ی نظام کی ماسکی طاقت بہت بڑی ہوتی ہے۔ تاہم کروی اور لونی ضلالتوں کے اثرات بہت خفیف ہوتے ہیں۔ لونی ضلالت کا قریب قریب نہ ہوتا۔ بلاشبہ قلمی عدسہ کی ساخت

کی وجہ سے ہے۔ یہ عدسہ مختلف تہوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ جن کے انعطاف نماؤں میں تھوڑا تھوڑا فرق ہوتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ قرنیہ اور قلمی عدسہ کی تقریباً پوری تصحیح ہو جاتی ہے۔

آنکھ میں کروی ضلالت کے خفیف ہونے کا سبب بھی غالباً عدسہ کی ساخت ہے۔ بایں ہمہ تصحیح خاص شبکیہ کے انحنا کی وجہ سے ہوتی ہے۔ یہ عدسہ کے "ماسکی منحنی" کے انحنا کے تقریباً متناظر ہے۔ اس لئے شبکیہ پر جو خیال بنتا ہے وہ صاف طور پر ماسکہ میں آتا ہے اور مسخ ہونے نہیں پاتا۔

آنکھ کی تحلیلی طاقت، کروی ضلالت اور لونی ضلالت پر تجربے

(۱) کسی مقوے پر سیاہ روشنائی سے متوازی سیاہ خطوط کھینچو۔ ہر خط اور خطوں کے درمیانی فاصلے کو ایک ملی میٹر چوڑا رکھو۔ مقوے پر اچھی روشنی ڈالو۔ اور وہ فاصلہ معلوم کرو جس پر خطوط علیحدہ علیحدہ نظر آئیں۔ اس فاصلے پر دو متصل خطوط سے آنکھ پر بنا ہوا زاویہ آنکھ کی تحلیلی طاقت کہلاتا ہے۔ طبعی آنکھ کے لئے یہ زاویہ ا دقیقہ ہونا چاہیئے۔

(۲) جب آنکھ متوازی روشنی کے واسطے درست ہوتی ہے تو بنفشئی شعاعوں کا ماسکہ سرخ شعاعوں کے ماسکہ کے مقابلے میں عدسہ سے بقدر ۳۴ر. مم نزدیک ہوتا ہے۔ ماسکہ کے اس فرق کو ایک خاص قسم کے کوبالٹ شیشہ سے اچھی طرح دکھایا جا سکتا ہے۔ یہ شیشہ صرف کبودی بنفشئی اور انتہائی سرخ شعاعوں کو گزرنے دیتا ہے۔

اگر ہم ایسے شیشے سے برقی لیمپ کے سوت کو دیکھیں تو ہم کو دو خیال ایک دوسرے پر منطبق نظر آئیں گے۔ ایک سرخ، ایک کبودی بنفشئی،

اگر سوت کا فاصلہ زیادہ ہو تو آنکھ بلا ارادہ سرخ خیال پر ماسکہ میں آتی ہے۔ بنابریں اس خیال کے گرد کبودی بنفشئی حلقہ نظر آتا ہے۔ اگر سوت اس قدر نزدیک ہو کہ آنکھ سرخ پر ماسکہ میں نہ آسکے تو خیال کبودی بنفشئی نظر آئے گا جس کے گرد ایک سرخ حلقہ ہوگا۔

(۳) مقوے میں ایک سوراخ سوئی سے کرو۔ ایک مطبوعہ صفحہ آنکھ کے اتنے قریب لاؤ کہ عبارت پڑھی نہ جا سکے۔ اب سوراخ دار مقوے کو بیچ میں رکھ کر سوراخ سے عبارت پڑھو۔ تو عبارت صاف نظر آئے گی۔ اس سے معلوم ہوا کہ عدسہ کے مرکز میں سے جو شعاعیں گزر رہی ہیں وہ اطراف میں سے گزرنے والی شعاعوں کے مقابلے میں زیادہ مستدق ہوتی ہیں۔ معمولی عدسوں

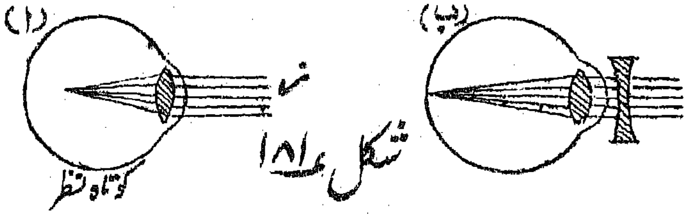
میں اس کے خلاف واقع ہوتا ہے۔

پس معلوم ہوا کہ آنکھ میں کردی ضلالت کی تصحیح کر دی گئی ہے۔

آنکھ کے نقائص

آنکھ میں عام طور پر چار نقائص ایسے پائے جاتے ہیں جن کا علاج عینک سے کیا جا سکتا ہے۔ یہ نقائص (۱) کوتاہ نظری۔ (۲) دراز نظری (۳) نقصان توفیق اور (۴) ابہامیت ہیں۔

کوتاہ نظری یا کم نظری میں آنکھ کا طول ماسکہ بہت چھوٹا ہو جاتا ہے۔ یعنی یا تو آنکھ کا محور ضرورت سے زائد لمبا ہوتا ہے یا عدسہ زیادہ مستدق ہوتا ہے اور متوازی شعاعیں شبکیہ کے سامنے ماسکہ میں آتی ہیں۔ بنابریں دور کی چیزیں وضاحت کے ساتھ نہیں دکھائی دیتیں



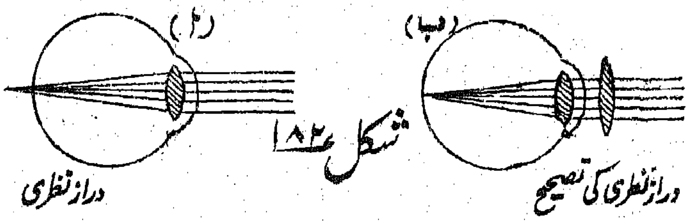
شکل ۱۸۱

نزدیک کی چیزیں بہت اچھی طرح دکھائی دیتی ہیں۔ رویت واضح کا فاصلہ طبعی آنکھ میں کم ہوتا ہے۔ اس نقص کی اصلاح مقعر آئینہ سے ہوتی ہے جیسا کہ شکل ۱۸۱ (ب) میں دکھایا گیا ہے۔

دراز نظری میں آنکھ کا طول ماسکہ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ یعنی آنکھ کا محور یا تو بہت چھوٹا ہوتا ہے یا پھر عدسہ کافی طور پر مستدق نہیں ہوتا جب آنکھ حالت سکون میں ہو تو متوازی شعاعیں شبکیہ کے پیچھے ایک نقطہ پر ماسکہ میں آتی ہیں۔

عمل توفیق کی بدولت دور کی چیزوں کے لئے ماسکہ شبکیہ پر آجاتا ہے اور اس لئے وہ واضح دکھائی دیتی ہیں۔ لیکن نزدیک کی چیزوں کے خیال شبکیہ کے پیچھے ہی بنتے ہیں۔ اور اس لئے مندرس سے معلوم ہوتے ہیں، اگرچہ عدسہ میں کتنا ہی انحنا کیوں نہ ہو۔ جیسا کہ شکل ۱۸۱ میں دکھلایا ہے۔ اس کی اصلاح کے لئے محدب عدسہ کی ضرورت ہے تاکہ خیال شبکیہ پر ہے جیسا کہ شکل ۱۸۱ (ب) میں دکھلایا ہے۔ دراز نظر آنکھ میں رویت واضح کا

فاصلہ طبعی آنکھ کے فاصلہ سے زیادہ ہوتا ہے۔



شکل ۱۸۲

نقصان توفیق ایک ایسا نقص ہے جو تقاضائے سِن کا نتیجہ ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے مسن لوگوں میں اس کی شکایت زیادہ ہوتی ہے۔ اس میں عضلات میں تصلب پیدا ہو جاتا ہے اس لیئے عدسہ کا انحنا ر بدل جاتا ہے بنا بریں طاقت توفیق پہلی سی باقی نہیں رہتی۔ ایسی آنکھ کو دور کی چیزیں تو صاف نظر آتی ہیں لیکن نزدیک کی چیزیں دکھائی نہیں دیتیں بعض اوقات طاقت توفیق بالکل جاتی رہتی ہے۔ ایسے لوگوں کو محدب عینکیں استعمال کرنی چاہیئں پڑھتے وقت کی عینک میں عدسے زیادہ طاقت ور ہوں۔ اور چلنے پھرنے کے لیئے عدسے کم طاقت ور ہوں۔

ابہامیت میں آنکھ کا طول ماسکہ ایک دوسرے کے علی القوائم دو مستویوں میں مختلف ہوتا ہے یعنی آنکھ کے عدسہ کی سطح صحیح طور پر کروی نہیں ہوتی۔ ایسی صورت میں عینی عدسہ کا انحنا ر آنکھ کے محور میں سے مختلف مستویوں میں ایک نہیں ہوتا۔

کسی انتصابی منور تار سے جو روشنی آئے گی اس کا ماسکہ آنکھ میں اس مقام پر نہ ہوگا جہاں افقی منور تار کی روشنی سے ہوتا۔ اگر کسی منور رقبہ سے روشنی آنکھ تک پہنچے تو آنکھ اس طرح درست ہونا چاہیے گی کہ شے کے تمام حصوں کی روشنی ایک واضح خیال بنائیں۔ ابہامی آنکھ میں یہ ممکن نہیں کیونکہ مختلف مستویوں میں عدسہ کا انعطاف نما مختلف ہے۔ بنا بریں جو خیال بنے گا وہ غیر واضح ہوگا جس کے بنتے وقت آنکھ پر بار پڑے گا۔

اس کی توضیح کے لیئے ایک کارڈ لو اور اس پر ایک دوسرے کے علی القوائم متوازی خطوط کے ۲ دو سٹ کھینچو۔ اس کے بعد کارڈ کو گردش دو تاکہ خطوط کے مستوی معیاری مستوی ہوں۔ تو صرف خطوط کا ایک ہی سیٹ صاف طور سے نظر آئے گا۔

ابہامیت نتیجہ اس امر کا ہے کہ عدسہ اور قرنیہ کی سطحیں بالخصوص قرنیہ کی سطح محور کے گرد

متشاکل نہیں ہوتی۔ بہت کم ایسی آنکھیں ہیں جن میں اہامیت کسی نہ کسی درجے میں موجود نہ ہو۔

اس کی تصحیح کے لیے اسطوانوی، کروی اسطوانوی، یا ( ) عدسے استعمال کیئے جاتے ہیں۔ کروی اسطوانوی عدسے سے مراد وہ عدسہ ہے جس کی ایک سطح کروی ہو اور دوسری سطح اسطوانوی ( ) یا مستوی ( ) عدسے سے مراد وہ عدسہ ہے جس کی ایک سطح مستوی ہو اور دوسری سطح میں ایک دوسرے کے علی القوائم دو مستویوں میں انحنا مختلف ہوں۔ اگر یہ عدسے مناسب طریقہ پر آنکھ کے سامنے رکھے جائیں تو آنکھ کے عدسے سے مل کر وہ ایک طبعی عدسہ بن جاتے ہیں۔

دوچشمی نظر

جب ہم کسی نزدیک کی چیز کو دیکھتے ہیں تو دونوں آنکھوں کے خطوط نظر کو متدق ہونا پڑتا ہے، جس کی وجہ سے عضلات کو ایک عمل توفیق انجام دینا پڑتا ہے۔ اس عمل میں تھوڑی سی جو کوشش کرنا پڑتی ہے، تو اس کی مقدار سے ہم کو شئے کے فاصلے کا اندازہ ہوتا ہے۔

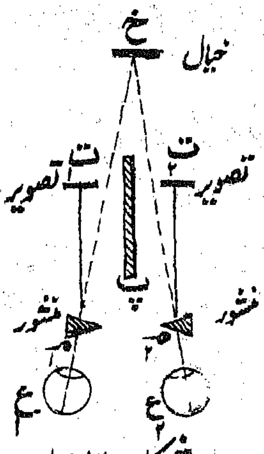
لیکن فاصلے کا اندازہ ہم بالکل دوسرے طریقے پر کرتے ہیں۔ ایک آنکھ کے جوف پر جو خیال بنتا ہے وہ بالکل وہی نہیں ہوتا جو دوسری آنکھ کے (جوف) پر بنتا ہے، کیونکہ ہر آنکھ شئے کو مختلف نقطۂ نظر سے دیکھتی ہے۔ اس فرق کو دیکھنے کی آسان صورت یہ ہے کہ کسی کھڑکی میں سے دیکھا جائے۔ پہلے ایک آنکھ بند کی جائے اور پھر دوسری آنکھ تو کھڑکی کے چوکھٹے میں اضافی حرکت محسوس ہوگی۔

دونوں خیالوں کے اس فرق کو ہم جسمیت سے وابستہ سمجھتے ہیں۔ اگر دونوں خیال بالکل ایک دوسرے کے مشابہ ہوں، جیسا کہ کسی تصویر کے دیکھتے وقت ہوتا ہے، تو دونوں آنکھوں کے شبکیوں پر جو خیال بنتے ہیں وہ بالکلیہ ایک دوسرے میں ضم ہو جاتے ہیں۔ اس سے ہمیں چپٹے پن کا احساس ہوتا ہے۔ اور تصویر کے اجزا منبت نظر نہیں آتے۔

سیر بین

سیر بین ایک آلہ ہے جس سے تصویروں کو دیکھا جاتا ہے تو وہ منبت اور مجسم ہو کر نظر آتی ہیں۔ تصویریں جفت جفت لی جاتی ہیں، ہر جفت ایک ہی شئے کی تصویر ہوتی ہے لیکن مختلف نقطوں سے۔

شکل ۱۸۳ میں آلہ کا اصول سمجھایا گیا ہے۔ ت۱ اور ت۲ تصویروں کا ایک جفت

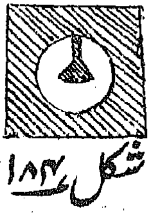


شکل ۱۸۳

ہے۔ م۱ اور م۲ دو نصف عدسے یا منشور ہیں۔
ع۱ اور ع۲ ہر دو آنکھیں ہیں۔
ت۱ کو آنکھ ع۱ منشور م۱ کے ذریعہ دیکھتی ہے۔ اسی طرح ت۲ کو ع۲ بذریعہ م۲ دیکھتی ہے۔ ہر دو منشوروں م۱ اور م۲ کی طاقتیں مساوی ہیں۔
م۱ اور م۲ دونوں منشور کا بھی کام دیتی ہیں اور عدسہ کا بھی۔ بنا بریں ہر عدسہ تصویر کا ایک مجازی مکبر خیال پیدا کر دیتا ہے؛ اور شعاعوں کو منحرف بھی کر دیتا ہے۔
لہذا مقام خ پر ہر عدسے سے بنے ہوئے خیال ایک دوسرے سے مل جاتے ہیں۔ اور چونکہ تصویریں مختلف پہلوؤں سے لی گئی ہیں۔ اس لئے خیال ایک دوسرے پر منطبق نہیں ہونے پاتے۔ پس دیکھنے والے کو تصویر مجسم ہو کر نظر آتی ہے۔
سیر بین کے لئے جو تصویریں لی جاتی ہیں وہ معمولی عکسالہ سے لی جا سکتی ہیں۔ صرف یہ کرنا ہوگا کہ پہلے ایک وضع کا خیال لیا جائے اور پھر دوسری وضع کا۔ لیکن عام طور پر ایسی تصویریں خاص قسم کے عکسالوں سے لی جاتی ہیں جن میں دو برابر کے عدسے ایک دوسرے کے پہلو میں کسی قدر فصل سے لگائے جاتے ہیں۔ اگر متحرک تصویریں لینا ہوں تو خاص قسم کے عکسالوں کی ضرورت ہوگی۔

آنکھ کے متعلق متفرق تجربے اور مشاہدے

(۱) حقیقی اشیاء کے جو خیال آنکھ کے پردے پر بنتے ہیں وہ ہمیشہ معکوس ہوتے ہیں۔ اس کو ثابت کرنے کے لئے کاغذ کے ایک پرزے میں سوئی سے سوراخ کرو۔ اس سوراخ کو آنکھ سے کم و بیش ایک انچ کے فاصلے پر رکھ کر کسی روشن منور سطح مثلاً لیمپ کے گلوب کو دیکھو۔ اب ایک سوئی لو اور اس کو نوک نیچے رکھ کر سوراخ اور آنکھ کے درمیان داخل کرو تو حسب شکل ۱۸۴ سوئی کا خیال اُلٹا نظر آئے گا۔


شکل ۱۸۴

(۲) آنکھوں کو بند کرو۔ اور انگلیوں سے ناک کی طرف کے کونوں کو دباؤ تو دوسرے کونے پر روشنی کا ایک حلقہ یا ستارہ سا نظر آئے گا۔ اس سے معلوم ہوا کہ بصری

اعصاب خارجی دباؤ سے بھی متاثر ہو جاتے ہیں۔

مشقی سوالات نمبر ۱۰

(۱) ایک دُور نظر شخص اشیا کو ۳۰ سم کے فاصلے سے واضح طور پر دیکھ سکتا ہے۔ اگر وہ شخص کسی اخبار کو ۱۰ سم کے فاصلے سے پڑھنا چاہے تو اس کو کس طول ماسکہ کے عدسے استعمال کرنا چاہیئے

فرض کرو کہ م = آنکھ کے عدسہ کا طول ماسکہ۔

ش = شخص کا فاصلہ۔

خ = خیال کا فاصلہ۔

ما = عینک کے عدسہ کا طول ماسکہ۔

ما' = آنکھ اور عینک کے عدسوں کے معادل عدسہ کا طول ماسکہ۔

تو $\frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{۳۰} + \frac{1}{\text{خ}}$

عینک لگانے کے بعد $\frac{1}{\text{ما}'} = \frac{1}{۱۰} + \frac{1}{\text{خ}}$

معادل عدسہ کے لئے $\frac{1}{\text{ما}'} = \frac{1}{\text{ما}} + \frac{1}{\text{م}}$ یا $\frac{1}{\text{ما}'} - \frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{ما}}$

$\frac{1}{\text{خ}}$ ساقط کرنے سے $\frac{1}{\text{ما}'} - \frac{1}{\text{م}} = \frac{۲}{۳۰} = \frac{1}{۱۵} = \frac{1}{\text{ما}}$ ∴ ما = ۱۵ سم

(۲) ایک دور نظر شخص کو ۴۰ سم یا زیادہ کے فاصلے سے اشیا اچھی طرح دکھائی دیتی ہیں۔ اگر وہ ۲۵ سم کے فاصلے سے اشیا کو اچھی طرح دیکھنے کے لئے عینک استعمال کرے تو عدسوں کی طاقت بصریوں میں دریافت کرو۔

[نوٹ:۔ اس سوال کو اوپر کے طریقے سے حل کر سکتے ہیں، لیکن ایک دوسرا طریقہ یہ ہوگا۔]

عدسوں کو استدقاقی ہونا چاہیئے اور اُن کی طاقت ایسی ہونی چاہیئے کہ شعاعیں ۲۵ سم پر ایک شئے سے منبسط ہوں تو عدسہ میں سے گزرنے کے بعد وہ ۴۰ سم پر ایک مجازی خیال سے

متسع معلوم ہوں۔

تو $\frac{1}{۶۰} - \frac{1}{۲۵} = \frac{1}{م}$ ∴ م = - ۳۰۰/۷ سمر

∴ عدسہ کی طاقت = + ۲ $\frac{1}{۳}$ بصریہ۔

(۳) ایک کوتاہ نظر شخص کا نقطہ بعید ۸۰ سمر ہے۔ یعنی اس سے زائد فاصلے پر جو چیزیں ہوتی ہیں ان کو وہ اچھی طرح نہیں دیکھ سکتا۔ اس نقص کو رفع کرنے کے لئے کون سا عدسہ استعمال کرنا چاہیئے۔؟

آنکھ بہت زیادہ مستدق ہے اس لئے انتساعی عدسہ استعمال کرنا چاہیئے۔ لاتناہی پر اشیاء واضح طور سے نظر آنی چاہئیں۔ یعنی عدسہ میں سے گزرنے کے بعد اُن کو ۸۰ سمر کے فاصلے کے ایک خیال سے متسع ہونا چاہیئے۔ لیکن چونکہ اشیاء لاتناہی پر ہیں اس لئے وہاں سے جو شعاعیں آتی ہیں وہ متوازی ہیں۔ لہذا عدسہ کا ماسکہ ۸۰ سمر ہونا چاہیئے۔

بنابریں عدسہ کی طاقت = - ۱ $\frac{1}{۴}$ بصریہ

(۴) ایک شخص اپنی آنکھ سے ۴" تا ۸" کے فاصلے سے چیزوں کو اچھی طرح دیکھ سکتا ہے۔ اس کو کس طول ماسکہ کے عدسے استعمال کرنا چاہیئے۔ عدسوں کے ساتھ اس کے حدود نظر کیا ہو جائیں گے۔؟

یہاں جس قسم کے عدسوں کی ضرورت ہے وہ ایسے ہونے چاہیئے کہ لاتناہی سے متسع ہونے والی شعاعیں آنکھ سے ۸" کے فاصلے سے متسع ہوئی۔ یعنی عدسہ انتساعی ہونا چاہیئے۔ اور اس کا طول ماسکہ ۸" ہونا چاہیئے۔

ان عدسوں کے ساتھ فرض کرو کہ رویت واضح کا قریب ترین فاصلہ = لا

تو $\frac{1}{۴} - \frac{1}{لا} = \frac{1}{۸}$ یا لا = ۸"

اس لئے عدسوں کے ساتھ حدود نظر ۸" تا ∞ ہیں۔

(۵) ایک کوتاہ نظر شخص کا نقطہ بعید آنکھ سے ۴۰ سمر پر ہے۔ فاصلے سے چیزوں کو دیکھنے کے لئے کس بصری طاقت کی عینک استعمال کرنا چاہیئے۔

(۶) ایک کوتاہ نظر شخص کو ایک چھپا ہوا صفحہ ۱۲ سمر کے فاصلے سے واضح طور پر دکھائی دیتا ہے۔ اس کو کس طاقت کے عدسہ استعمال کرنے چاہیئے کہ رویت واضح کا فاصلہ ۲۰ سمر ہو جائے۔

(۷) ایک کوتاہ نظر شخص کو ۷" سے چیزیں اچھی طرح دکھائی دیتی ہیں۔ اس کو کس قسم کے عدسے استعمال کرنے چاہئیں تاکہ وہ ۱۵" کے فاصلے سے کتاب پڑھ سکے۔ ؟

(۸) ایک دور نظر شخص کو ۵۰ سم یا زیادہ کے فاصلے سے اشیا واچھی طرح نظر آتی ہیں۔ اگر وہ ۲۵ سم کے فاصلے کی چیزیں اچھی طرح دیکھنا چاہے تو کس طاقت کے عدسے استعمال کرے ؟

(۹) ایک معمر شخص لاتناہی سے ۲۰" کے فاصلے تک اپنی آنکھ سے اچھی طرح دیکھ سکتا ہے اس نقص کو رفع کرنے کے لئے اُسے کون سی عینک استعمال کرنی چاہیئے ؟

(۱۰) اپنی آنکھوں کے لئے قریب اور بعید نقطے دریافت کرو۔

(۱۱) ایک شخص کا رویت واضح کا قریب ترین فاصلہ ۸" ہے۔ وہ پڑھنے کے لئے ۲" طول ماسکہ کا ایک عدسہ استعمال کرتا ہے۔ اُسے کتنی تکبیر حاصل ہوتی ہے ؟

(۱۲) ایک شخص جو اپنی آنکھ سے صرف ۵" کے فاصلے تک اچھی طرح دیکھ سکتا ہے وہ ۱۵" کے فاصلے سے ایک اشتہار پڑھنا چاہتا ہے۔ اُسے کس قسم کے عدسے استعمال کرنے چاہیئے اور اُن کا طول ماسکہ کیا ہونا چاہیئے ؟

(۱۳) ۲" طول ماسکہ کا ایک محدب عدسہ ایک شخص اپنی آنکھ سے ۱" کے فاصلہ پر رکھتا ہے۔ اس کا نقطہ قریب ۹" ہے۔ عدسے وہ ایک چھوٹی شئے کو دیکھنا چاہتا ہے۔ شئے کا محل کہاں ہونا چاہیئے۔ ؟

(۱۴) اگر کسی شخص صرف ۲" تک کی چیزیں صاف نظر آئیں تو اُسے کس قسم کا اور کس طول ماسکہ کا عدسہ استعمال کرنا چاہیئے۔ ؟

بارھواں باب

رنگ

اور

رنگ کی رویت

اشعاع کا انتقال و جذب

تجربوں سے معلوم ہوتا ہے کہ جب کسی خاص قسم کا اشعاع کسی شئے سے منتقل ہوتا ہے تو اگر دبازت حسابی سلسلہ میں بڑھتی ہے تو منتقلہ اشعاع کی مقدار ہندسی سلسلہ میں گھٹتی ہے۔ بالفاظ دیگر ایک دی ہوئی دبازت کی شئے کی ہر تہ اشعاع کا وہی تناسب منتقل کرتی ہے جو اس میں داخل ہوتا ہے چنانچہ فرض کرو کہ اِ = شئے میں داخل ہونے والی اشعاع کی مقدار تو اکائی دبازت کو طے کرنے پر خارج ہونے والی مقدار

= ا عہ جہاں عہ = مستقل

اسی طرح دوسری اکائی دبازت والی تہ کو طے کرنے پر خارج ہونے والی مقدار

= ا عہ^{۲}

∴ دبازت ن کی تہ کو طے کرنے کے بعد منتقلہ اشعاع کی مقدار

= ا عہ^{ن}

اس مستقل کو انتقال کی شرح کہتے ہیں۔ واقع شعاع کی مدت سے اس کو کوئی تعلق نہیں اس کا انحصار صرف شئے کی نوعیت اور اشعاع کے طول موج پر ہے جب کسی شئے میں سے مرکب نوعیت کا اشعاع گزرتا ہے تو اس کے اجزا مختلف درجوں تک شئے میں جذب ہوتے ہیں۔ اس لئے منتقلہ اشعاع کی نوعیت برابر بدلتی رہتی ہے۔ البتہ یہ تبدل کچھ اس قسم کا

ہوتا ہے کہ منتقلہ اشعاع کی نوعیت مستقل ہونے لگتی ہے اور پھر بغیر جذب گزر سکتی ہے۔ بنا بریں کسی شے کی دبیز تختی میں سے جو اشعاع گزر لیتا ہے وہ اسی شے کی دوسری تختی میں سے بغیر نقصان کے گزر جاتا ہے۔

پس رنگ کی پیدائش میں انجذاب جزو اعظم ہے۔ اگر سفید روشنی ایسی تختی پر پڑے جو مختلف طول موج کی شعاعوں کو غیر مساویانہ جذب کرتی ہے تو خارج ہونے والی روشنی رنگین ہو جائے گی۔ معتد یہ دبازتوں کے لیے مختلف دبازتوں پر رنگ وہی رہتا ہے؛ لیکن رنگ قدرے ذرا گہرا ہو جاتا ہے۔ پتلی پتلی تہوں میں رنگ بتدریج بدل جاتا ہے۔ کوبالٹ شیشہ کی پتلی تہوں میں سے زیادہ تر نیلی روشنی منتقل ہوتی ہے، لیکن موٹی تختیوں میں سے سرخ کا غلبہ رہتا ہے۔

کسی جسم سے جو روشنی منعکس ہوتی ہے۔ وہ بھی اکثر رنگیں ہوتی ہے۔ اس کا سبب بسا اوقات یہی ہوتا ہے کہ انعکاس کلیتہً سطحی نہیں ہوتا۔ واقع روشنی کا ایک حصہ جسم میں کچھ فاصلے تک نفوذ کر جاتا ہے، وہاں انعکاس ہوتا ہے اور پھر وہ حصہ سطح پر آ جاتا ہے۔ اور سطح سے منعکسہ شعاعوں کی سمت میں خارج ہوتا ہے۔ اس حصہ کو چونکہ انجذاب سے بھی سابقہ پڑا ہے، اس لیے یہ بالعموم رنگین ہوتا ہے۔

توتیا کی ایک بڑی قلم شفاف اور گہری نیلی ہوتی ہے۔ کیونکہ وہ سفید روشنی کے نیلے اجزاء کے سوا تمام اجزا کو جذب کر لیتی ہے پیشتر اس کے کہ روشنی اس کے اندر دور تک پہنچ پائے۔ لیکن جب اسی قلم کا سفوف بنا لیا جاتا ہے تو نہ صرف وہ غیر شفاف ہو جاتا ہے بلکہ اس کا گہرا رنگ دور ہو کر ہلکا کیمیری نیلا ہو جاتا ہے۔ اس سفوف میں روشنی دور تک نہیں جا سکتی، اس لیے انجذاب بھی زیادہ نہیں ہو سکتا۔ یہی حال دوسری رنگین قلموں کا ہے۔ سفوف کیے جانے پر ان کا رنگ ہلکا پڑ جاتا ہے۔

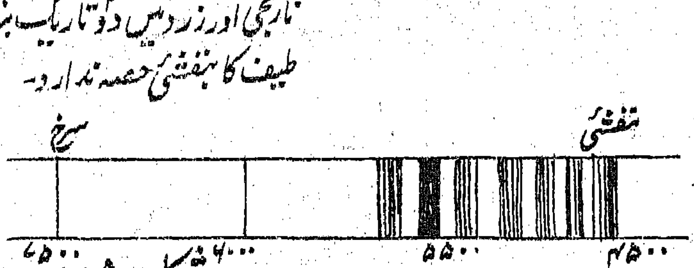
انجذابِ لطیف بہت سے ٹھوس جسم ایسے ہیں کہ جب روشنی بغیر نفوذ کیے ہوئے ان کی سطحوں سے منعکس ہوتی ہے تو وہ ایک خاص امتیازی رنگ دکھلاتے ہیں۔ لیکن اگر ان کی پتلی تختیاں یا ورق لیے جائیں اور روشنی ان میں سے گزاری جائے تو وہ دوسرا رنگ دکھاتے ہیں۔ ایسے جسموں میں کہا جاتا ہے کہ سطحی رنگ ہے۔ بعض خاص شعاعوں کو یہ جسم منعکس کر دیتے ہیں اور دوسری شعاعوں کو گزر لے دیتے ہیں۔

چنانچہ سونے کی صاف سطح سے جب انعکاس ہوتا ہے تو وہ زرد نظر آتا ہے، لیکن اگر سونے کا ورق لیا جائے اور روشنی اس میں سے گزاری جائے تو روشنی ہلکے سبز رنگ کی نظر آتی ہے۔ یہی کیفیت بہت سے انیلائن رنگوں کی ہے۔

اکثر صورتوں میں نمکوں کا محلول منتقلہ روشنی میں رنگیں نظر آتے ہیں۔ چنانچہ توتیا کا محلول نیلا ہوتا ہے، پوٹاشیم پرمینگنیٹ کا بیجنی ہوتا ہے اور پوٹاشیم کرومیٹ کا زرد ہوتا ہے۔ ان سب صورتوں میں اس قسم کے مظاہر انتخابی انعکاس یا انتخابی انجذاب کا نتیجہ ہوتے ہیں۔ ایک جسم جس کی سطح بلا امتیاز تمام شعاعوں کو منعکس کر دیتی ہے سفید نظر آتا ہے۔ سونے کے زرد رنگ کا سبب یہ ہے کہ سرخ، سبز، نیلگوں اور بنفشی شعاعوں کا بڑا حصہ گزر کر بتدریج جذب ہو جاتا ہے۔ اب جو شعاعیں منعکس ہوتی ہیں وہ زرد ہوتی ہیں۔ اسی طرح کاپر سلفیٹ یا توتیا نیلگوں نظر آتا ہے کیونکہ سفید روشنی میں جتنے رنگ کی شعاعیں ہوتی ہیں وہ سب کی سب جذب ہو جاتی ہیں صرف نیلے رنگ کی شعاعیں گزر جاتی ہیں۔

انتخابی انجذاب کے دکھلانے کی ایک صورت یہ ہے کہ ایک سفید تیز روشنی لی جائے اور منشور اور عدسوں وغیرہ کو ترتیب دے کر (دیکھو صفحہ ۲۵) ایک سفید پردے پر طیف حاصل کیا جائے اور پھر شعاعوں کے راستے میں مختلف اشیاء داخل کی جائیں۔ جو طیف حاصل ہوں گے ان میں سیاہ بند یا خطوط نظر آئیں گے اور بعض صورتوں میں طیف کے پورے پورے حصے غائب ہو جائیں گے۔ چنانچہ ایک تجربے میں حسب ذیل نتائج حاصل ہوئے:۔

شے	نتیجہ
لعل	صرف سرخ روشنی گزری۔
کوبالٹ کا نیلا شیشہ	سرخ اور نیلی شعاعیں گزریں۔
پوٹاشیم بائی کرومیٹ	سرخ اور نارنگی شعاعیں گزریں۔
تانبے کا امونیم سلفیٹ	نیلگوں اور بنفشی شعاعیں گزریں۔
پوٹاشیم پرمینگنیٹ	طیف کے زرد، سبز، نیلگوں حصے میں
خون (ہلکا)	میں متعدد بند نظر آئے۔ (دیکھو شکل ۱۸۵)



شکل ۱۸۵

بہت سے رنگنے کے رنگ اور حیوانی سیال یہی کیفیت پیش کرتے ہیں۔
ان بندوں کی وضعیں بالکل متعین ہوتی ہیں۔
یہ بند بھی اسی طرح امتیازی ہوتے ہیں جس طرح شعلہ والے خطوط میں طیف ہوتے ہیں۔ لہذا محلول میں ان اشیاء کی شناخت کے لئے طیف نما استعمال کیا جا سکتا ہے۔

بہت سی گیسیں انجذابی طیف دیتی ہیں۔ چنانچہ آیوڈین کا بخار نیلے تاریک بندوں کی ایک کثیر تعداد پیدا کرتا ہے۔۔ آبی بخار کا انجذابی طیف اس قدر امتیازی ہوتا ہے کہ آسمانی طیف میں اس کی موجودگی کو ماہران جویات بارش کی علامت سمجھتے ہیں۔

جسموں کے رنگ

اگر سرخ کپڑے کا ایک ٹکڑا طیف کے سرخ حصہ میں رکھا جائے تو وہ سرخ نظر آئے گا۔ اگر طیف کے سبز یا نیلگوں حصے میں رکھا جائے گا تو سیاہ نظر آئے گا۔ اسی طرح سبز پتی طیف کے سبز حصہ میں سبز نظر آئے گی اور باقی سب جگہ سیاہ۔ پس کپڑے کا ٹکڑا طیف کے اسی حصہ میں اپنا رنگ دکھاتا ہے جس کا رنگ اس سے ملتا ہوا ہے۔

ان تجربوں سے یہ بات معلوم ہوتی ہے کہ دن کی روشنی میں جو جسم سرخ ہے وہ صرف سرخ شعاعوں کو منعکس کر سکتا ہے۔ چونکہ وہ طیف کے سبز یا نیلگوں حصے میں سیاہ نظر آتا ہے اس لئے وہ سبز یا نیلگوں شعاعوں کو منعکس نہیں کرتا۔ یہی استدلال دوسرے رنگوں کے لئے بھی ہے۔ سبز سطح صرف سبز شعاعوں کو منعکس کرتی ہے۔ نیلگوں صرف نیلی شعاعوں کو وعلیٰ ہذا۔ گزشتہ پارے میں جو کچھ بیان کیا گیا ہے اس کی بناء پر اب ہم سمجھ سکتے ہیں کہ سفید روشنی میں جسموں کے رنگوں سے کیا مطلب ہے۔ سفید روشنی متعدد رنگوں پر مشتمل ہے۔ جب سفید روشنی سرخ سطح پر واقع ہوتی ہے تو اس کا وہی حصہ منعکس ہوتا ہے جو سرخ ہے۔ دوسرے

رنگوں کو سطح جذب کر لیتی ہے۔ جب کوئی جسم زرد نظر آئے تو ہم کو یہی سمجھنا چاہیئے کہ سوائے زرد کے جملہ رنگ جذب ہو گئے ہیں۔

اب تک ہم نے یہ فرض کیا ہے کہ جسموں کے رنگ سادہ ہیں اور دو یا دو سے زیادہ رنگوں سے مل کر نہیں بنے ہیں۔ خالص سبز یا خالص زرد یا خالص نیلگوں رنگ کا حاصل کرنا مشکل ہے، بنا بریں اکثر ایسا ہوتا ہے کہ رنگین کپڑا جب اپنے رنگ کے علاوہ طیف کے دوسرے رنگوں میں دیکھا جاتا ہے تو وہ رنگین نظر آتا ہے۔ سبز جالی کا ایک ٹکڑا نیلی روشنی میں نیلگوں، اور زرد روشنی میں زردی مائل نظر آتا ہے، کیونکہ اکثر سبز رنگوں میں تھوڑا سا نیلا اور زرد ملا ہوتا ہے۔

اگر مختلف رنگ کے کپڑے ایسی روشنی میں رکھے جائیں جس میں سے طیف کے ایک یا ایک سے زیادہ رنگ ندارد ہوں، یا ایسی روشنی میں، جس میں ایک نہ ایک رنگ غالب ہو تو وہ کپڑے کبھی ویسے نظر نہیں آتے جیسا کہ سورج کی روشنی میں نظر آتے ہیں۔ چنانچہ لیمپ کی روشنی میں کپڑے دن کی روشنی میں جیسے نظر نہیں آتے۔ معمولی تاباک لیمپ کی روشنی میں نیلی شعاعوں کے مقابلے میں سرخ شعاعیں زیادہ ہوتی ہیں۔ گیس کی روشنی میں زرد رنگ زیادہ روشن نظر آتے ہیں کیونکہ گیس کا شعلہ زرد روشنی رکھتا ہے۔

اب ہم شفاف تختیوں کے رنگوں کی توجیہہ کر سکتے ہیں۔ سرخ شیشے کی تختی صرف سرخ شعاعوں کو اپنے میں سے گزرنے دیتی ہیں۔ سبز تختی صرف سبز شعاعوں کو گزرنے دیتی ہے وعلیٰ ہذا۔ نیلی تختی میں سے سرخ شعاعیں نہیں گزر سکتیں۔ پس اگر سورج کی روشنی سرخ شیشہ کے ٹکڑے پر ڈالی جائے، اور نیلا شیشہ سرخ روشنی کے راستے میں رکھ دیا جائے، تو چونکہ نیلے شیشے میں سے سرخ روشنی نہیں گزر سکتی، اس لئے دونوں تختیاں مل کر ساری روشنی کو مسدود کر دیں گی اور مسیدر نور سیاہ نظر آئے گا۔

اصلی اور انضمامی رنگ

اب ہم رنگ کے احساس سے بحث کرنا چاہتے ہیں۔ فرض کرو کہ ایک تاریک کمرے میں ایک پردے پر تین تظلیلی قندیلوں سے ہم روشنی کے تین قرصیں ڈالتے ہیں۔ ایک قرص سبز ہو، ایک سرخ اور ایک کبودی یا نیلی۔ اس تجربے کی کامیابی اس پر منحصر ہے کہ رنگ حتی الامکان خالص ہوں۔ قندیلوں کو ترچھا کرنے سے قرصیں پردے پر حرکت کر سکتی ہیں اور ایک دوسرے پر منطبق ہو سکتی ہیں۔

اس طرح منطبق کرنے سے معلوم ہوگا کہ اگر سرخ سبز پر منطبق کیا جائے تو سبز رنگ حاصل ہوگا۔ تیز سرخ کو ہلکے سبز پر منطبق کرنے سے نارنجی حاصل ہوگا۔ سبز تیز ہوا ور سرخ ہلکا تو زردی مائل سبز حاصل ہوگا۔ کبودی پر سرخ منطبق کیا جائے تو قرمزی حاصل ہوگا۔ تیز تر کبودی پر سرخ ڈالنے سے ارغوانی حاصل ہوتا ہے۔ سرخ، سبز اور کبودی پر ایک دوسرے کو ڈالنے سے سفید رنگ حاصل ہوتا ہے۔ سفید کو کسی رنگ پر ڈالنے سے وہ رنگ ہلکا پڑجاتا ہے۔ اس طرح سرخ، سبز اور کبودی کو ملانے سے ہم فطرت کے تقریباً تمام رنگ حاصل کر سکتے ہیں۔ ان سے بنفشئی البتہ نہیں ملتا۔ لیکن فطرت میں خالص بنفشئی بہت کم ملتا ہے۔

پس ہر سہ رنگ سرخ، سبز اور کبودی اصلی رنگ کہلاتے ہیں۔ جدول کی صورت میں یہ نتائج اس طرح درج کئے جاتے ہیں۔

سرخ + سبز + کبودی = سفید

سرخ + سبز = زرد

سبز + کبودی = طاؤسی کبودی

کبودی + سرخ = قرمزی (مجیٹھ)

سرخ + طاؤسی کبودی = سفید

سبز + قرمزی = سفید

کبودی + زرد = سفید

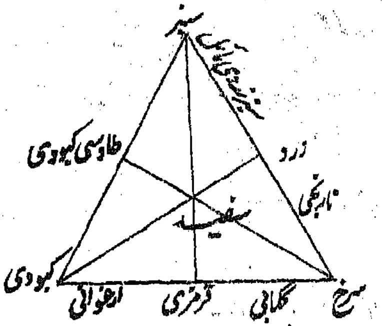
طاؤسی کبودی، قرمزی اور زرد کو اتمامی رنگ کہتے ہیں، کیونکہ ان میں سے ہر ایک اصلی رنگوں میں سے ایک رنگ سے مل کر سفید رنگ پیدا کرتا ہے۔ طاؤسی کبودی کو بعض اوقات منفی سرخ کہتے ہیں۔ اسی طرح قرمزی اور زرد کو علی الترتیب منفی سبز اور منفی کبودی کہتے ہیں۔

اب ہم اصلی اور اتمامی رنگوں کی تعریف یوں کر سکتے ہیں۔

اصلی رنگ وہ رنگ ہے جو دوسرے رنگوں کی آمیزش سے حاصل نہ ہو سکتا ہو۔ دو رنگ ایک دوسرے کے لحاظ سے اس وقت اتمامی کہلاتے ہیں۔ جبکہ ایک رنگ دوسرے پر اس طرح ڈالا جائے کہ ان کی روشنیاں مل جائیں، تو آنکھ پر "سفیدی" کا احساس پیدا ہو۔

لونی مثلث

شکل ۱۸۶ میں جو لونی مثلث دکھلایا گیا ہے وہ نیوٹن کا ایجاد کردہ ہے۔ پارہ ماسبق میں رنگین روشنیوں کو ملانے کی جو صورت بتلائی گئی ہے اس کے نتائج کو بیک نظر معلوم کرنے کے لئے یہ مثلث بغایت مفید ہے۔



شکل ۱۸۶

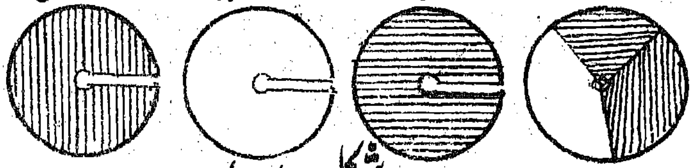
مثلث مساوی الاضلاع ہے۔ ہر راس پر ایک رنگ ہے۔ اصلی رنگ راسوں پر ہیں اور اتمامی ضلعوں کے وسطی نقطوں پر۔ سفید رنگ مثلث کے مرکز پر ہے۔ طیف کے رنگ یعنی سرخ، نارنجی، زرد، زردی مائل سبز، طاوسی کبودی سب کے سب مثلث کے پہلے ضلعے پر اور پھر مثلث کے دوسرے بالائی ضلع کے ذرا باہر طیف کا بنفشی سرا مثلث کے باہر کبودی کے نیچے ہے۔ قاعدہ پر جو رنگ ہیں وہ اس ترتیب میں ہیں۔ سرخ، گلابی، قرمزی، ارغوانی، کبودی۔ سیر شدہ رنگ مثلث کے ضلعوں پر یا اُن سے باہر واقع ہیں۔ ذرا ہلکے مثلث کے اندر سفید کے اطراف میں۔ چنانچہ اگر ہم سرخ سے مثلث کے وسطی خط پر چلیں تو سرخ ہلکا ہوتا جائے گا یہاں تک کہ وہ سفید میں ضم ہو جائے گا۔ سفید میں پھر طاوسی کبودی کا شائبہ آجائے گا۔ جو سبزی میں بڑھتا جائے گا۔ یہاں تک کہ مثلث کا ضلع آجائے۔

اگر شکل میں دو رنگ ایک دوسرے پر منطبق کئے جائیں اور ان کی حدتیں ا اور ب کی نسبت میں ہوں تو نتیجہ اُن کے ملانے والے خط پر اس نقطہ سے ظاہر ہوگا جو خط کو ا اور ب کی نسبت میں تقسیم کردے۔ یہ نقطہ اس رنگ کے قریب ہوگا جس کا حصہ زیادہ ہے۔ یہ قاعدہ ایسا ہے کہ گویا باہم دو غیر مساوی کمیتوں کا مرکز کمیت دریافت کر رہے ہیں۔ مثلاً زرد رنگ چونکہ سرخ اور سبز کی مساوی مقداروں سے حاصل ہوتا ہے اس لئے زرد کا نقطہ ان دونوں کے وسط میں ہوگا۔ شکل سے معلوم ہوتا ہے کہ اگر زرد اور کبودی ملا کر سفید بنایا جائے تو کبودی کی حدت سے زرد کی حدت دگنی ہونی چاہیئے۔ اس امر کو بعض اوقات یوں کہا جاتا ہے کہ کبودی رنگ اس حدت کے زرد رنگ سے قوت میں دگنا ہوتا ہے۔

لونی مثلث کی خاصیتیں حسب ذیل تین تجربوں سے بخوبی واضح ہو جاتی ہیں۔

میکسول کی لونی قرص

شکل ۱۸۷ میں تین قرصیں سرخ، سبز اور کبودی ہیں جن میں شگاف کئے ہوئے ہیں۔ ان میں سے دو قرصیں تیسری قرص کے شگاف میں داخل کر دی جاتی ہیں۔ اس طرح ایک قرص بن جاتی ہے

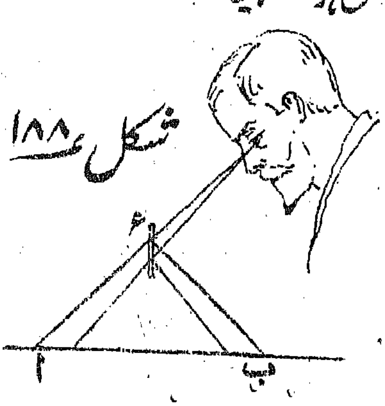


شکل ۱۸۷

جیسا کہ شکل ۱۸۷ کے آخیر میں دکھلایا گیا ہے۔ اگر مقوے کی قرصیں لے کر قینچی سے کاٹ کر ایک نمونہ تیار کر لیا جائے تو ترتیب بآسانی سمجھ میں آ سکتی ہے۔ حاصل قرص کے تین قطع ہونگے جن کے زاوئے بدلے جا سکتے ہیں۔ اس کے لئے قرصوں کو صرف گھمانے کی ضرورت ہے۔ فرض کرو کہ حاصل قرص کو گردشی میز پر رکھ کر مرکز کے گرد تیزی کے ساتھ گھمایا جائے تو استمرار رویت کی بنا پر سب قطعوں کے رنگ ایک دوسرے میں ضم ہو جائیں گے یعنی شبکیہ پر جو ارتسامات ہوں گے وہ جمع ہو جائیں گے۔ مختلف رنگوں کی اضافی حدتوں کو قطعوں کے زاویے بدل بدل کر متغیر کیا جا سکتا ہے۔ اس ترتیب سے ہم تینوں اصلی رنگوں کو مختلف نسبتوں میں ترکیب دے سکتے ہیں۔ قرص کو اچھی روشنی میں رکھنا چاہئے۔ تین اصلی رنگوں کے بجائے کوئی سے ۲ دو رنگ استعمال کئے جا سکتے ہیں۔ اس طریقے سے جو نتیجے حاصل ہوتے ہیں وہ وہی ہیں جو پردے پر روشنیوں کے ڈالنے سے حاصل ہوتے ہیں۔

لیمبرٹ کا طریقہ

شکل ۱۸۸ میں رنگوں کی آمیزش کا ایک دوسرا طریقہ دکھلایا گیا ہے جو لیمبرٹ کا طریقہ کہلاتا ہے۔ ش شیشے کی ایک تختی ہے ا اور ب رنگین کاغذ کے ٹکڑے ہیں جو سیاہ مخمل کے ایک ٹکڑے پر رکھے گئے ہیں۔ آنکھ



شکل ۱۸۸

کو براہِ راست ء میں سے نظر آتا ہے اور ب کو آنکھ انعکاس کے بعد دیکھتی ہے۔ اس طرح رنگ ایک دوسرے پر منطبق ہو جاتے ہیں اور اُن کی آمیزش ممکن ہو جاتی ہے۔ شکل میں جو ترکیب دکھلائی گئی ہے اس سے کبودی کے مقابلے میں سرخ زیادہ روشن نظر آتا ہے شیشے کی تختی کو اس طرح بھی رکھا جا سکتا ہے کہ مماسی انعکاس ہو۔ اس وقت کبودی روشن تر نظر آئے گا۔

نیوٹن کا طریقہ

یہ طریقہ طیف پر نیوٹن کے تجربوں کے سلسلے میں بیان کیا جا چکا ہے۔ اس ترتیب میں سر ولیم ایبنے نے بہت کچھ اصلاح کی۔ چنانچہ وہ اپنے کالونی آمیزش کا آلہ کہلاتا ہے۔

روغنی رنگوں کی آمیزش

مذکورہ بالا طریقوں پر جو تجربے انجام دئے گئے ہیں اُن سے یہ بات معلوم ہوتی ہے کہ سرخ، سبز اور کبودی تین اصلی رنگ ہیں۔ لیکن بچپنے میں جو آبی رنگ ہم نے استعمال کئے تھے۔ ان کی بنا پر ہم سرخ ہلکا لاکھی، زرد اور کبودی کو اصلی رنگ سمجھنے کے عادی رہے ہیں اگر ہم چھ امتحانی نلیاں لیں، تین کو خالی رکھیں اور تین میں سے ایک ایک میں لاکھی زرد اور کبودی محلول ڈالیں، مثلاً فیوشین، بنفتھول اور کاپر سلفیٹ کے محلول، اور پھر دو دو کرکے محلول خالی نلیوں میں ڈالیں تو لاکھی اور زرد سے سرخ بنے گا، زرد اور کبودی سے سبز، اور سرخ سے ارغوانی۔ ان روغنی رنگوں کی آمیزش دکھانے کے لئے یہ بہت اچھی صورت ہے زرد اور کبودی سے پھر سبز بنتا ہے۔ لونی مثلث کی رو سے اس کو سفید ہونا چاہیئے۔ لہذا اس اختلاف کا سبب معلوم ہونا چاہیئے۔

فطرت میں اجسام اور روغنی رنگوں کے رنگ نتیجہ اس امر کا ہیں کہ ان پر جو سفید روشنی واقع ہوتی ہے اس کا ایک بڑا حصہ کچھ فاصلہ تک نفوذ کرکے جذب ہو جاتا ہے پھر کہیں انعکاس واقع ہوتا ہے۔ اسی بنا پر زرد روغنی رنگ زرد معلوم ہوتا ہے کیونکہ جب اس پر سفید روشنی واقع ہوتی ہے تو کبودی اور بنفشئی جذب ہو جاتے ہیں اور سرخ، زرد اور سبز منعکس ہو جاتے ہیں۔ فطرت میں اکثر زرد رنگ خالص نہیں ہوتے، وہ سرخ، سبز اور زرد کو بھی منعکس کرتے ہیں۔ کبودی روغنی رنگ اس واسطے کبودی ہے کہ وہ سرخ اور زرد کو جذب کر لیتا ہے۔ فطرت کے اکثر کبودی خالص نہیں ہوتے، وہ سبز اور کبودی دونوں کو منعکس کرتے

ہیں۔ جب زرد اور کبودی روغنی رنگ ملائے جاتے ہیں تو آمیزہ وہ تمام رنگ جذب کر لیتا ہے جو اجزا فرداً فرداً کرتے یعنی کبودی، بنفشئی، سرخ اور زرد۔ صرف سبز رنگ چھوٹ جاتا ہے پس یہی منعکس ہوتا ہے۔ اور آمیزہ سبز نظر آتا ہے۔

پس معلوم ہوا کہ جب روغنی رنگوں کا آمیزہ بنایا جاتا ہے تو آمیزہ صرف وہ رنگ دکھاتا ہے جو اس کے اجزا ترکیبی میں سے کوئی بھی جذب نہیں کرتا۔ یہ حالت اس کے خلاف ہے جبکہ دو روشنیوں سے رنگ پیدا کئے گئے تھے۔ ایسی صورت میں حاصل رنگ جزئی رنگوں کا مجموعہ ہوتا ہے۔

اگر انجذاب کا لحاظ کیا جائے تو پھر کہا جا سکتا ہے کہ جب دو روغنی رنگ ملائے جاتے ہیں تو انجذابی اثرات جمع ہو جاتے ہیں۔ چنانچہ اوپر کی مثال میں زرد اور کبودی ملانے سے سوائے سبز کے سب رنگ جذب ہو جاتے ہیں۔ اس لئے آمیزہ سبز نظر آتا ہے۔

روغنی رنگ رنگین روشنی میں

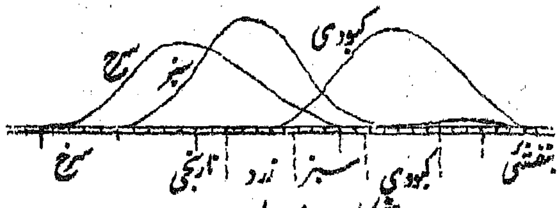
روغنی رنگ خاص خاص طیفی رنگوں کو جذب کر لیتا ہے اور باقی کو منعکس کر دیتا ہے۔ جب سفید روشنی میں دیکھا جائے تو روغنی رنگ اس رنگ کا نظر آتا ہے جو جذب شدہ رنگوں کا اتمامی ہوتا ہے۔ اس وقت روغنی رنگ اپنا "اصلی رنگ" دکھاتا ہے۔

اگر ایسی روشنی سے دیکھا جائے جس میں سے بعض طیفی رنگ غائب ہوں تو روغنی رنگ ایسے رنگ پر نظر آئے گا، جس کا انحصار اس کے انجذاب اور تنویری شعاع کے رنگ پر ہوتا ہے۔ اب بھی وہ اپنے امتیازی رنگ جذب کر لے گا۔ لیکن جن رنگوں کو وہ منعکس کرتا وہ اگر شعاع واقع میں مفقود ہوئے تو منعکس شعاع میں یہ رنگ نہ ہوں گے اور نہ وہ رنگ ہوں گے جو خود روغنی رنگ نے جذب کر لئے ہیں۔ چنانچہ گہرے سرخ رنگ کا ضماد سرخ روشنی میں سرخ نظر آئے گا کیونکہ وہ سرخ روشنی کو تقریباً پورے طور پر منعکس کر دیتا ہے۔ اسی ضماد کو سبز یا کبودی روشنی میں دیکھا جائے تو وہ سیاہ نظر آئے گا۔ کیونکہ جو روشنی وہ منعکس کرتا وہ شعاع واقع میں ہے ہی نہیں۔

ہلکے رنگ سفید روشنی کا ایک بڑا حصہ منعکس کر دیتے ہیں۔ ایسے رنگوں کے لئے مناسب تنویر استعمال کی جائے تو عجیب و غریب اثرات رونما ہوتے ہیں۔ ہلکا گلابی رنگ اور ہلکا زرد مائل سبز لیا جائے تو کبودی سبز روشنی میں دونوں ایک ہی رنگ پر نظر آتے ہیں یعنی

دونوں ہلکے بھورے دکھائی دیتے ہیں۔ اگر رنگوں کو پہلے اس رنگین روشنی سے دیکھا جائے اور پھر رنگین پردہ ہٹا لیا جائے تاکہ سفید روشنی اُن پر پڑنے لگے۔ تو ایک عجیب کیفیت نظر آتی ہے۔

رویت رنگ کا نظریہ سرخ، سبز اور کبودی کے تین اصلی رنگوں کو مختلف نسبتوں میں ملانے سے ہم تقریباً تمام رنگ پیدا کر سکتے ہیں۔ اس میں کسی کو کلام نہیں ہے۔ لیکن تین مشاہیر یعنی ینگ، ہلم ہولٹس اور میکسویل نے ایک مزید مفروضہ یہ قائم کیا کہ تین اصلی رنگوں کے متناظر تین اصلی لونی احساس ہیں۔ اس کی صورت یہ ہے کہ اعصاب کے تین سٹ ایسے ہیں جو آنکھ کے شبکیہ کے مخروطوں اور سلاخوں پر ختم ہوتے ہیں۔ ان میں سے ہر سٹ ایک ایک رنگ یعنی سرخ، سبز، کبودی کا احساس پیدا کرتا ہے۔ اس نظریہ کے بموجب آنکھ کے شبکیہ پر واقع ہونے والی روشنی کا احساس ان ہی ابتدائی احساسات کی اضافی حدتوں پر ہوتا ہے۔ سرخ کا احساس مرئی طیف کے کم و بیش تمام طول موج پیدا کرتے ہیں۔ لیکن خاص طور پر یہ احساس سرخ یا نارنجی روشنی سے پیدا ہوتا ہے۔ اسی طرح شکل ۱۸۹ میں جو منحنی سبز دکھلایا گیا ہے، وہ مختلف طول موج کی روشنیوں سے پیدا شدہ سبز احساس کی اضافی حدتوں کو بتلاتا ہے۔ دوسرا منحنی جس پر کبودی لکھا ہے اس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ



شکل ۱۸۹

یہ احساس آنکھ میں داخل ہونے والی روشنی کے طول موج کے ساتھ کیوں بدلتا ہے۔ طبعی آنکھ میں تینوں قسم کے عصبی مراکز ہوتے ہیں۔ اس لئے ایک معین طول موج کی روشنی مختلف درجوں کے تین احساس پیدا کرتی ہے۔ اگر طول موج طویل ہوں تو سرخ احساس غالب رہے گا۔ اور اگر طول موج قصیر ہیں تو کبودی، بنفشئی، احساس کا غلبہ ہوگا۔ آنکھ پر واقع ہونے والی روشنی کے طول موج کے متناظر شکل ۱۸۹ کے منحنی پر جو نقطہ ہے۔ اس پر منحنی کے معین ہر احساس کی حدت کے متناسب ہوتے ہیں۔ جب تینوں ابتدائی احساس

مساوی طور پر پیدا ہوں تو سفید روشنی کے تناظر احساس کا وقوف ہوتا ہے۔
خود آنکھ کی اندرونی تشریح سے اس کا پتہ نہیں چلتا کہ اس قسم کے عصبی مراکز آنکھ کے شبکیہ میں موجود ہیں۔ اسی بنا پر یہ نظریہ عرصہ سے محل نظر ہے۔ لیکن چونکہ رویت رنگ کے سلسلے میں بعض اہم امور کی توجیہ اس سے ہو جاتی ہے اس لئے کتابوں میں اس کا ذکر کیا جاتا ہے۔

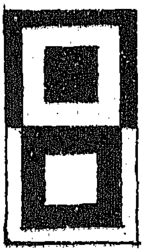
رنگ کوری بعض اشخاص رنگوں کو یا تو پہچان نہیں سکتے یا کسی رنگ کا جوڑ نہیں تلاش کر سکتے۔ ایسے اشخاص "رنگ کور" کہلاتے ہیں۔ ان میں سے بعض کی تو یہ حالت ہوتی ہے کہ وہ اچھے سرخ اور اچھے سبز رنگ میں تمیز نہیں کر سکتے۔ بعضوں میں یہ کیفیت ہوتی ہے کہ رویت کے اچھے ہونے پر بھی خفیف غلطیاں کیا کرتے ہیں۔ وہ بسا اوقات سرخ، سبز اور سفید میں التباس کر جاتے ہیں۔ چنانچہ یہ صورت اکثر ایسے وقت پیش آتی ہے جبکہ وہ تھکے ہوئے ہوں، روشنی دھیمی ہو، اور ایک فاصلے سے کہر یا بارش میں سے دیکھی جائے۔ دیگر امور صحیح ہوں تو عورتوں کے مقابلے میں مردوں میں یہ نقص زیادہ پایا جاتا ہے۔ ۵ فیصد مردوں میں تو کہا جا سکتا ہے کہ پیدائشی رنگ کوری ہوتی ہے لیکن ہزاروں عورتوں میں صرف دو رنگ کور ہوتی ہیں۔

یہ نہایت ضروری ہے کہ رنگ کوروں کو ایسے پیشوں میں نہ داخل کیا جائے جن میں روشنیوں یا اشاروں میں تمیز کرنے کی ضرورت ہو۔ لہٰذا رنگ کوری کی آزمائش کے لئے کئی طریقے ایجاد کئے گئے ہیں۔ چنانچہ ایک طریقہ یہ ہے کہ امیدوار کو لالٹین کے بازو میں دو سوراخ آئینہ سے انعکاس کے ذریعہ دکھاتے ہیں۔ امیدوار کو وہ دونوں ایسے ہی معلوم ہوتے ہیں جیسے دور سے سگنل کی روشنی اب ان کے رنگ مختلف ترتیب میں جلد جلد بدلے جاتے ہیں اور اس سے صرف اتنا ہی کہا جاتا ہے کہ وہ رنگوں کے نام لیتا جائے۔

ینگ ہلم ہولٹس کے نظریہ سے رنگ کور اشخاص کے غیر طبعی لونی احساس کی توجیہ ہو سکتی ہے۔ اس نظریہ کے بموجب رنگ کور وہ شخص ہوتا ہے جس میں لونی اعصاب کے تین سٹوں میں سے ایک یا کبھی کبھی دو سٹ مفقود ہوتے ہیں۔ جو شخص سرخ رنگ کے لئے کور ہے اس میں سرخ اعصاب غیر حساس ہوتے ہیں۔ ایسے شخص کی آنکھ صرف سبز اور کبودی نیلی تاثرات کو قبول کرے گی۔ ایسی آنکھ اس روشنی کو محسوس ہی نہ کرے گی

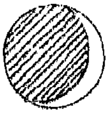
جس کا طول موج طیف کے سرخ حصہ کی طرف ہو۔ اگر وہ شخص سبز رنگ کے لئے کور ہو تو اس کے یہ معنی ہیں کہ سبز روشنی سے متاثر ہونے والے اعصاب غیر حساس ہیں۔

اشراقیت اشراقیت اس منظر کو کہتے ہیں جس میں سفید اشیاء یا تیز رنگ کی اشیاء تاریک زمین پر اصل سے بڑی دکھلائی دیتی ہیں۔ چنانچہ سیاہ زمین پر سفید مربع سفید زمین پر بالکل مساوی سیاہ مربع سے بڑا نظر آتا ہے جیسا کہ شکل عـ۱۹۰ میں دکھلایا گیا ہے روشن زمین پر سیاہ جسم ہو تو اس کے برعکس نظر آتا ہے۔ برقی رَو اگر پلاٹینم کے تار میں سے گزر کر اس کو سرخ گرم کر دے تو تار اصل سے زیادہ موٹا دکھائی دیتا ہے اشراقیت کا سبب یہ بتلایا جاتا ہے کہ شبکیہ پر جو ارتسام نقش ہوتے ہیں وہ خیال کے حدود سے متجاوز ہو جاتے ہیں۔ اس کو خیال کے سے وہی نسبت ہوتی ہے جو اس کے ارتسام کی مدت کو خیال کی مدت رویت سے ہوتی ہے۔



شکل عـ۱۹۰

اشراقیت کا اثر ستاروں کی ظاہری قدر پر بھی پڑتا ہے۔ چنانچہ وہ اصل سے زیادہ بڑے نظر آتے ہیں۔ چنانچہ عروج ماہ میں روشن ہلال بقیہ تاریک قرص سے متجاوز نظر آتا ہے اور ایسا معلوم ہوتا ہے کہ تاریک قرص کو اپنی گرفت میں لئے ہوئے ہے۔ جیسا کہ شکل عـ۱۹۱ سے ظاہر ہے۔



شکل عـ۱۹۱

اشراقیت کی کیفیت مختلف لوگوں میں مختلف ہوتی ہے۔ نیز ایک ہی شخص کے لئے مختلف ایام میں مختلف ہوتی ہے۔ اشراقیت مرئی شے کی چمک اور مدت رویت کے ساتھ ساتھ بڑھتی ہے۔ ہر فاصلے سے اس کا اثر نمایاں ہوتا ہے۔ التماعی عدسے اس کیفیت کو بڑھا دیتے ہیں اور استدقاقی عدسے اس کو کم کرتے ہیں۔

قوس قزح جب سورج بارش کے پانی یا کسی آبشار یا فوارہ کی پھوہار پر چمک رہا ہو، اور کوئی مشاہد سورج کی طرف پیٹھ کر کے بارش یا پھوہار کو دیکھے تو اس کو بظاہر پانی کے قطروں کے درمیان ایک رنگین دائری قوس نظر آئے گی۔ اس قوس کو قوس قزح کہتے ہیں۔ اس میں سات ہم مرکز قوسیں ہوتی ہیں جن کے

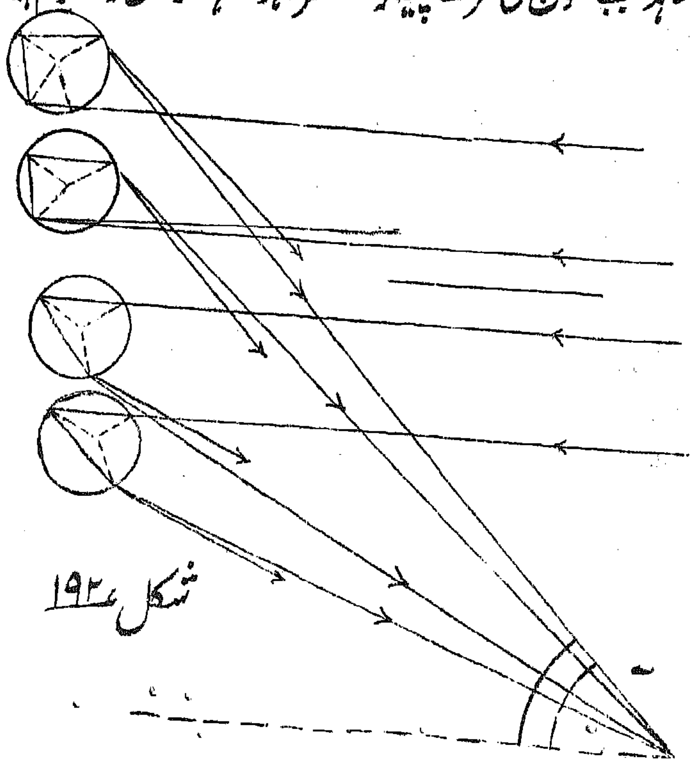
رنگ طیف کے رنگوں کی ترتیب میں ہوتے ہیں۔

عام طور پر ایک ہی قوس نظر آتی ہے لیکن بعض اوقات دو بھی نظر آتی ہیں۔ جو قوس نیچے نظر آتی ہے اس کے رنگ شوخ نظر آتے ہیں۔ اس کو اصلی قوس کہتے ہیں۔ اس قوس کے اوپر ایک دوسری بیرونی قوس ہوتی ہے جس کے رنگ زیادہ پھیکے ہوتے ہیں۔ اس میں رنگوں کی ترتیب بھی معکوس ہوتی ہے۔

یعنی پہلی قوس میں اگر سرخ سب سے بلند ہوتا ہے تو اس دوسری قوس میں بنفشی سب سے بلند ہوتا ہے۔ تین قوسیں شاذ و نادر ہی نظر آتی ہیں۔ نظری حیثیت سے ان کی تعداد اس سے بھی زیادہ ہو سکتی ہے، لیکن ان کے رنگ اتنے پھیکے پڑجاتے ہیں کہ مشکل سے نظر آتے ہیں۔

سورج کی روشنی جب پانی کے قطروں پر پڑتی ہے تو اس میں اتر کر قطرے کے اندرونی رخوں سے منعکس ہوتی ہے۔ اس انعطاف اور انعکاس کی بدولت قوس قزح ظہور پذیر ہوتی ہے۔

مشاہد جب سورج کی طرف پیٹھ کر کے کھڑا ہوتا ہے تو اس کو معلوم ہوتا ہے کہ دونوں



شکل ۱۹۲

قوس قزح کے مرکز ایسے نقطے پر ہیں جہاں اس کے سر کا سایہ واقع ہوتا۔ اصلی قوس کا زاویٔ نصف قطر ۴۰° (بنفشئی) تا ۴۲° (سرخ) ہوتا ہے اور ثانوی کا ۵۱° (سرخ) تا ۵۴° (بنفشئی) ہوتا ہے۔ (دیکھو شکل ۱۹۲)

فرض کرو کہ ق، ق، ق .... ایک انتصابی خط میں چند قطرے بارش کے ہیں۔ اور فرض کرو کہ مشاہد کی آنکھ ع پر ہے۔ فرض کرو کہ خط س س سورج کی شعاعوں کی عام سمت بتلاتا ہے۔ واضح رہے کہ سہولت تفہیم کے لئے شکل بہت سادہ بنائی گئی ہے۔

سورج کی شعاعیں جب قطروں میں داخل ہوں گی تو ان کو ایک یا دو مرتبہ انعکاس لاحق ہوگا۔ ہر قطرہ سے جو شعاعیں خارج ہوں گی وہ ایک مخروط کی شکل میں ہوں گی۔ اس مخروط کی تھوڑی سی شعاعیں ہی ع تک پہنچ پائیں گی۔ چنانچہ قطرہ ق کی صرف بنفشئی شعاعیں ہی ع تک پہنچیں گی اور قطرہ ق سے صرف سرخ شعاعیں۔

اگر ق اور ق کے درمیان دوسرے قطرے واقع ہوں تو وہ اپنے محل کے اعتبار سے طیف کے بقیہ رنگ پیدا کر دیں گے۔ قوس کے مرکز سے اوپر کی جانب چلیں تو ایک تاریک حصہ ملتا ہے یہاں تک کہ قطرہ ق آجاتا ہے۔ اس قطرہ میں شعاعوں کو دو مرتبہ انعکاس لاحق ہوتا ہے۔ اس کے بعد وہ مشاہد تک پہنچتی ہیں۔ ایسی صورت میں صرف سرخ شعاعیں پہنچ پاتی ہیں۔ اسی طرح قطرہ ق کی انتہائی وضع میں صرف بنفشئی شعاعیں ع تک پہنچتی ہیں۔ اب اگر خطوط م ع اور م ع کو ع م کے گرد گردش دی جائے تو طیفی رنگین بند پیدا ہو جائیں گے۔ یہی فطری قوس قزح ہوتی ہے۔ کیونکہ ق ایک دائری راستہ طے کرے گا جس سے ایسے قطروں کا ایک دائرہ حاصل ہوگا جو ع تک بنفشئی شعاعیں بھیجیں گے۔ اور قطرہ ق ایسا دائرہ بنائے گا جس سے ہم کو قطروں کا ایک دائرہ ایسا ملے گا جو ع تک سرخ شعاعیں بھیجے گا۔ اسی طرح بقیہ قطروں کو قیاس کرنا چاہیئے۔

شکل سے یہ بات بھی سمجھ میں آگئی کہ اصلی اور ثانوی قوسوں میں رنگوں کی ترتیب میں اختلاف کیوں ہوتا ہے۔

کیڑوں پر روشنی کا اثر

بعض کیڑے جب روشنی میں آتے ہیں تو اس کے

اس حصے کی طرف جانا چاہتے ہیں جہاں روشنی کی حدت سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ ایسے کیڑوں کی آنکھوں کی تنویر اور ان کے عضلات کی تنش میں ایک راست علاقہ دریافت ہوا ہے۔ جب دونوں آنکھوں کی تنویر غیر مساوی ہوتی ہے تو عضلات کی تنش بھی غیر مساوی ہوتی ہے۔ لہذا کیڑا اس طرح حرکت کرتا ہے کہ تا حد امکان دونوں آنکھوں پر تنویر مساوی ہو جائے۔

زندہ مادہ پر بالا بنفشئی روشنی کے اثرات

زندہ خلیوں پر اشعاع کے جو اثرات مترتب ہوتے ہیں

وہ دھوپ سے جلنے، برت سے بصارت زائل ہونے اور تعقیم وغیرہ کے واقعات سے بخوبی روشن ہے۔ معمولی مرئی اشعاع سے بہت سے جراثیم ہلاک ہو جاتے ہیں لیکن عام طور پر سب سے زیادہ موثر بالا بنفشئی اشعاع ہی ہیں۔ آجکل کے گاری سیمابی بخار کے لمپ، کاربنی قوس وغیرہ کے سے جدید مصنوعی مبادی نور ایسے اشعاع خارج کرتے ہیں جو قوی جراثیم کش ہیں۔ شناوری کے حوضوں میں پانی کی صفائی کے لئے گاری سیمابی قوس کے بالا بنفشئی اشعاعوں سے پانی کی تعقیم ایک اہم طریقہ بن گیا ہے۔ دودھ، مکھن وغیرہ کی تعقیم بھی ان بالا بنفشئی شعاعوں سے کی گئی ہے۔

جسم انسانی میں کھال اور خون روشنی کی شعاعوں کے لئے کسی قدر شفاف ہیں۔ جب روشنی کی شعاعیں، خصوصاً طیف کے بالا بنفشئی حصے کی شعاعیں، جسم پر پہنچتی ہیں تو بعض فعلیاتی اثرات مترتب ہوتے ہیں۔ بعض اوقات یہ اثرات مفید ہوتے ہیں۔ اور بعض اوقات مضر۔ سیمابی قوسی لمپ اور آہنی قوس سے جو بالا بنفشئی اشعاعات خارج ہوتے ہیں وہ آنکھوں اور جلد میں درد اور ورم پیدا کر دیتے ہیں۔ ایسے مبدء نور سے محفوظ رہنے کے لئے ان کے سامنے شیشے کا ایک ٹکڑا رکھ دینا کافی ہے۔ مضر اشعاعات سب کے سب جذب ہو جاتے ہیں۔ اور اس لئے سوائے کسی شدید اشعاع کے کوئی مضرت باقی نہیں رہتی۔

برقی طریقے پر جو ٹانکے لگائے جاتے ہیں، اس پر کام کرتے وقت خاص قسم کی عینک استعمال کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ کیونکہ وہ معمولی شیشے کے مقابلے میں زیادہ روشنی جذب کر لیتی ہے۔

رنگ کی نفسیات

مختلف رنگوں کے فعلیاتی اثرات سے متعلق پیچیدہ مظاہر کو سمجھنے کی بہت سی کوششیں کی گئی ہیں۔ کیونکہ یہ روزمرہ کا مشاہدہ ہے کہ بعض رنگ آنکھوں کے لیے مسکن ہوتے ہیں اور بعض تکلیف دہ۔ یہ بھی دعویٰ کیا گیا ہے کہ بعض رنگ مجنونوں پر اچھا اثر پیدا کرتے ہیں۔ یہ بھی دعویٰ کیا جاتا ہے کہ بعض لوگ ایام ہفتہ کے ناموں سے رنگوں کو منسوب کرتے ہیں، بعض انگریزی زبان کے حروف علت سے اور بعض گانے باجوں کی قسموں سے۔ بہرحال یہ جملہ مظاہر اس قدر پیچیدہ ہیں کہ یہاں اُن کے متعلق مزید گفتگو نہیں کی جا سکتی۔

تیرھواں باب

رفتار نور

رفتار نور | کسی واسطے میں روشنی جو چلتی ہے، تو اس کی رفتار بے انتہا زیادہ ہوتی ہے۔ واسطے کی نوعیت کے ساتھ رفتار بدلتی رہتی ہے۔ خلا میں رفتار نور کی رفتار مانی جاتی ہے، پھر کسی دوسرے واسطے میں نور کی رفتار اس واسطے کے مطلق انعطاف نما سے دریافت کی جاسکتی ہے۔

چنانچہ اگر خ = نور کی رفتار خلا میں۔
د = " " " کسی واسطے میں۔

تو خ / د = مـ

جہاں مـ = واسطے کا مطلق انعطاف نما۔

پس اگر ہم کسی واسطے مثلاً ہوا میں نور کی رفتار دریافت کرلیں تو پھر دوسرے واسطے یا خلا میں آواز کی رفتار دریافت کر سکتے ہیں۔

نور کی رفتار دریافت کرنے کے بالعموم تین طریقے کام میں لائے جاتے ہیں:-

(۱) فلکی مظاہر کے مشاہدوں سے۔
(۲) راست ارضی تجربوں سے۔
(۳) بالواسطہ برقی طریقوں سے۔

اس طریقہ کو چونکہ برق سے تعلق ہے اس لئے یہاں بیان نہ کیا جائے گا۔ پہلے اور تیسرے طریقوں سے خلا میں رفتار حاصل ہوتی ہے۔ دوسرے طریقہ سے ہوا میں رفتار

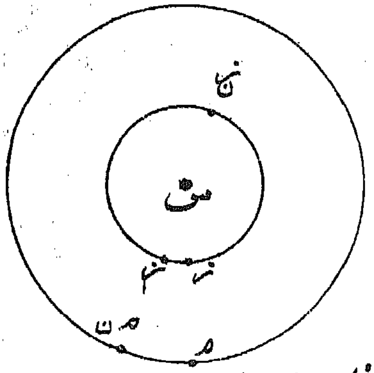
معلوم ہوتی ہے۔

فلکی مظاہر کے مشاہدات سے نور کی رفتار

(۱) رومر کا طریقہ:۔ ستارہ مشتری کے چار چاند اتنے بڑے ہیں کہ معمولی دوربین سے بھی بآسانی نظر آجاتے ہیں۔ مشتری کے گرد ان کی گردش کے اوقات دوران ۴۲ گھنٹوں سے لے کر ۱۶⅔ دن تک ہیں۔ ان کے مدار تقریباً اسی مستوی میں ہیں جس مستوی میں مشتری کا مدار سورج کے گرد ہے۔ وہ چاند تاریک اجسام ہیں اور سورج کی مستعار روشنی سے وہ چمکتے ہیں۔ بنابریں جب وہ مشتری کے سایہ میں داخل ہوتے ہیں تو وہ گہنا جاتے ہیں یا غائب ہوجاتے ہیں۔ اس کے ماننے میں یقیناً کوئی امر مانع نہیں ہے کہ وہ مشتری کے گرد یکساں زاویہی رفتار سے گردش کرتے ہیں۔ بنابریں کسی ایک چاند کے دو متواتر گہنوں کے درمیان جو مدت گزرتی ہے وہ ہمیشہ ایک ہی ہونی چاہیئے۔

لیکن ۱۶۷۶ء میں ڈنمارک کے ایک فلکی رومر نامی نے اس مدت میں کچھ ایسے تغیرات پائے جن کی توجیہ سوائے اس کے نہ ہوسکتی تھی کہ روشنی کی رفتار مانی جائے۔ کیونکہ اس سے پہلے روشنی کی رفتار کا کوئی مفہوم ہی نہ تھا۔

فرض کرو کہ شکل ۱۹۳ میں س سورج ہے ز زمین اور م مشتری۔ اور فرض کرو کہ جب کسی ایک چاند کا گہن واقع ہو تو یہ تینوں س، ز، م، کی وضع میں ہو۔ یعنی زمین مشتری سے قریب ترین ہو۔ جب دوسرا گہن واقع ہوگا تو زمین اتنے عرصہ میں کسی ایک وضع ز پر ہوگی مشتری اپنے مدار پر بہت تھوڑا ہٹے گا۔



شکل ۱۹۳

اب زمین اور مشتری کے درمیان فاصلہ پہلے سے زیادہ ہوگیا۔

اگر روشنی کی رفتار = س

تو زمین کے ز۱ پر ہونے کی صورت میں حقیقی گہن کے بعد کسی گہن کے وقوع کا مشاہدہ کردہ وقت

= ز۱م۱/س = نور کے لئے ز۱م۱ کے طے کرنے کی مدت۔

اور جب زمین ز۲ پر ہوگی تو مشاہدہ کردہ وقت حقیقی وقت سے بقدر ز۲م۲/س بعد ہوگا

پس اگر ف = دو متواتر گہنوں کے درمیان حقیقی مدت۔

تو مشاہدہ کردہ مدت = ف + ز۲م۲/س − ز۱م۱/س

چونکہ ز۲م۲ زیادہ ہے ز۱م۱ سے، اس لئے مشاہدہ کردہ مدت صحیح مدت سے زیادہ ہوگی۔ اور چونکہ ہم صحیح مدت ف کو دریافت نہیں کر سکتے، اس لئے ایک مدت کے مشاہدے سے ہم نور کی رفتار دریافت نہیں کر سکتے۔

مابعد کے ہر گہن پر زمین اور مشتری ایک دوسرے سے دور ہوتے جائیں گے۔ یہاں تک کہ وہ بالآخر زن اور من کی وضع میں آجائیں گے۔ اس وقت ان کے ان کے درمیان فصل انتہائی ہوگا۔ اس کے بعد ہر گہن پر فاصلہ گھٹتا جائے گا، اس لئے مشاہدکردہ مدت صحیح مدت سے کم ہو جائے گی۔

فرض کرو کہ زمین اور مشتری کے اقتران (جبکہ وہ ایک دوسرے سے قریب ترین ہوں) اور استقبال (جبکہ وہ ایک دوسرے سے بعید ترین ہوں) کے درمیان ن گہن واقع ہوتے ہیں۔

تو پہلے اور آخری گہن کی درمیانی مدت حقیقی

= ن ف

اور مشاہدہ کردہ مدت = ن ف + زن من/س − ز۱م۱/س

اگر زمین کے مدار کا قطر = ق

تو زن من − ز۱م۱ = ق

∴ مشاہدہ کردہ مدت ف۱ = ن ف + ق/س

زمین کے استقبال والے گہن اور اس کے دوبارہ اقتران والے گہن کی درمیانی حقیقی مدت بھی "ن ف" ہوگی۔ اور چونکہ اس سلسلے کے ختم پر زمین آغاز کے مقابلے

میں مشتری سے بقدر فاصلہ ق کے قریب تر ہوگی اس لئے اب مشاہدہ کردہ مدت

$$= ن و - \frac{ق}{س}$$

پس $$و_1 = ن و + \frac{ق}{س}$$

اور $$و_2 = ن و - \frac{ق}{س}$$

$$\therefore\quad و_1 - و_2 = \frac{۲ق}{س}$$

$$\therefore\quad س = \frac{۲ق}{و_1 - و_2}$$

پس اگر ہم زمین کے مدار کے قطر کو معلوم کرلیں تو نور کی رفتار "س" اقتران کے گہن اور مابعد کے استقبال کے گہن کی درمیانی مدت "$و_1$" اور اس استقبالی گہن اور مابعد کے اقترانی گہن کی درمیانی مدت "$و_2$" کے فرق سے معلوم ہوسکتی ہے۔

مشتری کا جو چاند اس مقصد کے لئے منتخب کیا گیا وہ مشتری سے قریب ترین تھا۔ اس کی گردش ۱ ۳/۴ دن میں پوری ہوتی ہے۔ ایک تجربہ میں اقتران سے شروع کیا۔ تو اس چاند کے پہلے گہن اور ۱۱۳ ویں گہن (جبکہ زمین اور مشتری میں استقبال تھا) کی مدت ۱۱۳ ویں اور ۲۲۵ ویں (جبکہ زمین اور مشتری میں اقتران تھا) گہنوں کی مدت سے بقدر ۳۲٫۲ دقیقہ زیادہ تھی۔

لہذا $و_1 - و_2$ = ۳۲٫۲ دقیقہ

اور اگر ق = ۱۹،۵۶،۰۰،۰۰۰ میل

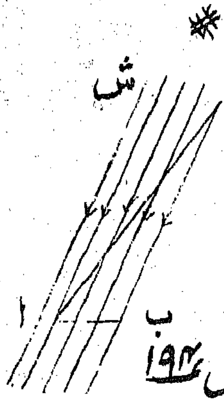
= ۲۹،۸۶،۰۰،۰۰۰ کلومیٹر

تو اس سے س = ۱۸۶،۳۰۰ میل فی ثانیہ

= ۲،۹۹،۸۰۰ کلومیٹر فی ثانیہ

(۲) بریڈلے کا طریقہ | ۱۷۲۷ء میں انگریز فلکی بریڈلے نامی نے فلکی ضلالت کے منظر کی توجیہ اس بنا پر کی کہ فضا میں روشنی معین رفتار سے چلتی ہے۔ اس منظر کا سبب یہ ہے کہ زمین اور نور دونوں فضا میں معین رفتار

سے چلتے ہیں۔ پس کسی ستارے سے جو روشنی ہم تک آئے گی اس کی سمت وہ ہوگی جو زمین کی اضافت سے نور کی ہوگی۔


شکل ۱۹۴

فرض کرو کہ شکل ۱۹۴ میں زمین ا پر ہے اور ستارہ س پر ہے۔ اگر ستارہ کی روشنی سَ سے چلے، اور اگر زمین اور نور کی رفتاریں ایسی ہوں کہ جب زمین ا سے ب تک چلے تو روشنی سَ سے ب تک پہنچے، تو زمین سے ستارہ جس سمت میں دکھائی دے گا۔ وہ ا سَ کے متوازی ہوگی نہ کہ اصلی سمت ا سَ کے۔

$$\text{پس} \quad \frac{\text{ا ب}}{\text{ب سَ}} = \frac{\text{زمین کی رفتار}}{\text{نور کی رفتار}}$$

جب زاویہ سَ ا ب قائمہ ہو یعنی جب ستارہ کی صحیح سمت زمین کے اپنے مدار پر حرکت کے علی القوائم ہو تو۔

$$\frac{\text{ا ب}}{\text{ب سَ}} = \text{مس ب سَ ا} = \text{مس سَ ا سَ}$$

زاویہ سَ ا سَ کو ستارے کی ضلالت کہتے ہیں۔

پس اگر ر = نور کی رفتار مطلوبہ
ز = زمین کی رفتار
ته = ستارے کی ضلالت

$$\text{تو} \quad \frac{\text{ز}}{\text{ر}} = \text{مس ته}$$

ز اور ته کو فلکی مشاہدات سے دریافت کرتے ہیں، اس طرح ر کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے۔ اس طریقہ سے ر کی قیمت ۱۸۵،۰۰۰ میل فی ثانیہ حاصل ہوئی۔

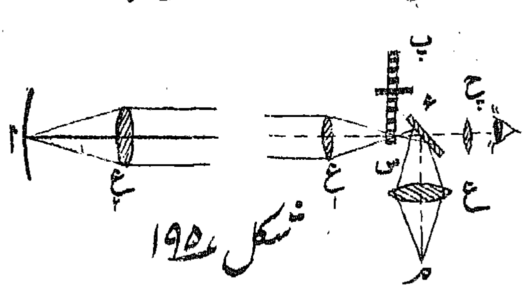
ارضی تجربوں سے رفتار نور کی دریافت | گیلیلیو نے روشنی کی رفتار دریافت

کرنے کی کوشش کی۔ اس نے یہ صورت اختیار کی کہ دو مشاہدین کو لمپ دے کر فاصلے سے کھڑا کر دیا۔ پہلے مشاہد نے اپنا لمپ کھول دیا، اس کے بعد دوسرے مشاہد نے پہلے لمپ کی روشنی دیکھتے ہی اپنا لمپ بھی کھول دیا۔ خیال یہ تھا کہ پہلے مشاہد کے اپنا لمپ کھولنے اور دوسرے لمپ کے دیکھنے میں جو مدت صرف ہوگی وہ وہی ہوگی جو روشنی پہلے مشاہد سے دوسرے مشاہد تک جاکر واپس آنے میں لے گی روشنی کی رفتار چونکہ بغایت عظیم ہے اس لئے یہ طریقہ کامیاب نہ ہوسکا۔ سب سے بڑی دقت یہی ہوتی ہے کہ زمین کے فاصلے نور کے لئے اتنے قلیل ہوتے ہیں کہ ان کو طے کرنے میں اسے بہت کم مدت صرف ہوتی ہے۔ اس دقت کو رفع کرنے کے لئے آئینوں وغیرہ کا استعمال کیا گیا، کیونکہ آئینہ تک جاکر واپس آنے میں ہر فاصلہ دگنا ہوجاتا ہے۔

بنا بریں حسب ذیل دو طریقے اس غرض کے لئے کام میں لائے جاتے ہیں:۔

(۱) فیزو کا طریقہ

فیزو نے یہ تجربہ ۱۸۴۹ء میں انجام دیا تھا۔ یہ پہلا صحیح تجربہ تھا جو زمین پر نور کی رفتار دریافت کرنے کے لئے کیا گیا۔ اس تجربہ کے آلات کی ترتیب شکل ۱۹۵ میں دکھلائی گئی ہے۔



شکل ۱۹۵

م ایک مبدء نور ہے جس سے روشنی ایک محدب عدسہ ع میں سے ہوکر شیشہ کی ایک تختی ج پر پڑتی ہے، جہاں سے وہ منعکس ہوکر س پر ماسکہ میں آتی ہے۔ ان شعاعوں کو عدسہ ع۱ متوازی کردیتا ہے۔ یہ شعاعیں پھر ایک طویل فاصلہ ع۱ ع۲ طے کرتی ہیں۔ بالآخر عدسہ ع۲ پر واقع ہوتی ہیں اور مقعر آئینہ ا پر ماسکہ میں آتی ہیں۔ آئینہ کا نصف قطر انحنا ا ع۲ کے مساوی ہے۔ لہٰذا ہر پنسل کا مرکزی خط آئینہ پر عماداً واقع ہوتا ہے اور اسی راستہ منعکس ہوکر واپس جاتا ہے، اگرچہ آئینہ کے محور پر مائل ہی کیوں نہ ہو۔

اس طرح آئینہ ا اور عدسہ ع۲ کی وجہ سے شعاع پھر ع۱ تک واپس جاتی ہے۔

اور ایک مرتبہ پھر س پر ایک حقیقی خیال بناتی ہے۔ مشاہد چشمہ چ اور تختی ۶ سے اس خیال کو دیکھتا ہے۔

پ ایک دندانہ دار پہیا ہے۔ جب وہ گردش کرتا ہے تو اس کے دندانے باری باری سے نقطہ س ہیں سے گزرتے ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ روشنی ایک مرتبہ گزر جاتی ہے اور ایک مرتبہ رُک جاتی ہے۔ پس آنکھ کو س کا ایک ٹمٹماتا خیال نظر آتا ہے۔ ایک ثانیہ میں ۱۵ یا ۲۰ مرتبہ سے زیادہ خیال نظر آئیں گے تو استمرار رویت کی وجہ سے ٹمٹمانا بند ہو جائے گا اور خیال قائم ہو جائے گا۔ لیکن وہ اتنا روشن نہ ہو گا جتنا کہ پہیے کے نہ ہونے کی صورت میں ہوتا۔

اگر پہیے کی رفتار اتنی بڑھا دی جائے کہ س سے ۱ تک جانے اور آنے میں نور کو جو مدت لگے وہ بالکل اس مدت کے مساوی ہو جو پہیے کے ایک دندانہ کو دندانوں کی درمیانی جگہ کی وضع میں آنے کے لئے صرف ہو تو دندانہ روشنی کو روک دے گا اور خیال پوشیدہ ہو جائے گا۔ اگر پہیے کی رفتار اب دگنی کر دی جائے تو مابعد کی خالی جگہ میں سے روشنی گزر جائے گی اور خیال نظر آنے لگے گا۔ اگر رفتار تگنی کر دی جائے تو دوسرا دندانہ روشنی کو روک دے گا اور خیال پوشیدہ ہو جائے گا۔ اسی طرح رفتار کے بڑھانے سے خیال ایک مرتبہ نمودار ہوتا اور ایک مرتبہ پوشیدہ ہو جاتا ہے۔

فیزو نے جو تجربہ انجام دیا تھا اس میں پہیے کے دندانوں کی تعداد ۷۲۰ تھی۔ درمیانی جگہ بھی دندانہ کے مساوی تھی۔ س اور ۱ کے درمیان فاصلہ ۸٫۶۷ کیلومیٹر تھا۔ پہیے کی وہ زاویئی رفتار دریافت کی گئی جس پر خیال پوشیدہ ہو گیا۔

فرض کرو کہ ن ویں پوشیدگی پر زاویئی رفتار = ثا

اور نور کی رفتار کلومیٹر فی ثانیہ میں = سا

تو نور کے لئے س سے ۱ تک جانے آنے کی مدت = $\frac{2 \times 8.67}{سا}$

اور پہیے کے مرکز پر ہر دندانہ کا زاویہ = $\frac{2\pi}{720}$

اور حسب شکل ۱۹۶ ن ویں پوشیدگی پر زاویہ = $\frac{2ن - 1}{2} \cdot \frac{2\pi}{720}$

$$\left(\frac{2ن - 1}{2}\right) \frac{2\pi}{720}$$

$$\therefore \text{دندانہ کو خالی جگہ کی وضع میں آنے کی مدت} = \frac{\text{۲ن} - \text{۱}}{\text{۲}} \cdot \frac{\text{۲}\pi}{\text{۷۲۰}} \cdot \frac{\text{۱}}{\text{ش}}$$

$$\therefore \frac{\text{۸٫۶} \times \text{۲}}{\text{س}} = \frac{\text{۲ن} - \text{۱}}{\text{۲}} \cdot \frac{\text{۲}\pi}{\text{۷۲۰}} \cdot \frac{\text{۱}}{\text{ش}}$$

$$\therefore \text{س} = \frac{\text{۸٫۶} \times \text{۲} \times \text{۷۲۰} \times \text{ش}}{\pi\,(\text{۲ن} - \text{۱})}$$

اس لئے س کی قیمت دریافت ہو سکتی ہے۔

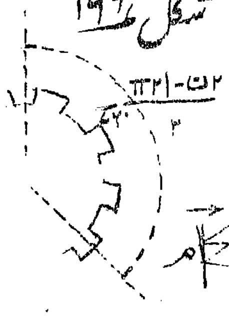
فیزو کے ابتدائی تجربے میں بعد کے تجربہ کرنے والوں نے بہت سی اصلاحیں کیں۔ اس طریقے سے بہترین تجربہ ۱۹۰۰ء میں رصدگاہ نیس واقع فرانس میں انجام دیا گیا۔ جس میں فاصلہ س ۱ ، ۴۰ کلومیٹر تھا۔

اس سے رفتار س = ۲٫۹۹۸۶ × ۱۰ کلومیٹر فی ثانیہ

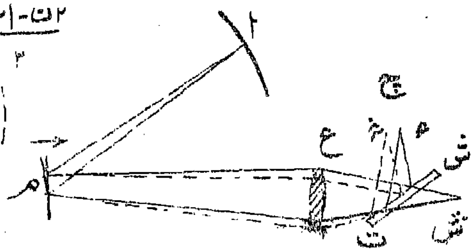
= ۲٫۹۹۸۶ × ۱۰^۱۰ سم فی ثانیہ حاصل ہوئی۔

(۲) فوکو کا طریقہ | یہ طریقہ نظریہ اور عمل دونوں کے لحاظ سے کسی قدر پیچیدہ ہے۔ لیکن اس میں فیزو کے طریقے کے مقابلے میں بہت کم فاصلے کی ضرورت ہے۔ اس طریقہ کا اصول حسب ذیل ہے۔

شکل ۱۹۶



شکل ۱۹۵



سورج کی روشنی ایک تنگ شگاف س (شکل ۱۹۵) میں سے گزرتی ہے، جس کے وسط میں ایک انتصابی تار ہے۔ روشنی ایک نیم رنگ عدسہ ع میں سے ہو کر ایک مستوی آئینہ م پر مائل واقع ہوتی ہے۔ یہاں سے منعکس ہو کر وہ ا پر اسکہ میں آتی ہے۔ ۲ پر ایک مقعر آئینہ ہے جس کا مرکز انحنا مستوی آئینہ کے وسطی نقطہ م پر ہے۔ مستوی آئینہ کی ایک وضع کے لئے ایک شعاع ش م شگاف ش سے چل کر م پر منعکس ہوتی ہے اور پھر ا تک پہنچتی ہے اور پھر اسی راستے ش تک

واپس آتی ہے۔ کیونکہ مرکز خط م ا مقعر آئینہ پر عموداً واقع ہوتا ہے۔

مشاہدے کی سہولت کے لئے ع اور ش کے بیچ میں شیشے کی ایک تختی ت مرکزی خط کے محور سے ۴۵° پر رکھ دی جاتی ہے۔ اس سے منعکس شعاع کا ایک حصہ منعکس ہو کر ع پر یا سکہ میں آجاتا ہے۔ اس کو چشمہ چ سے دیکھتے ہیں۔

اگر آئینہ م گھمایا جائے تو وہ اوپر کی وضع میں ہر گردش میں ایک مرتبہ آئے گا۔ اس لئے ہر گردش میں ایک مرتبہ ایک لمحہ کے لئے ش کا خیال نظر آئے گا۔ جب گردشوں کی تعداد کافی ہو جاتی ہے (تقریباً ۳۰ فی ثانیہ) تو یہ آنی خیال سب مل کر ایک قائم خیال بن جاتے ہیں۔ جو ع ہی پر نظر آتا ہے۔ لیکن جب گردش کی رفتار بہت زیادہ بڑھا دی جاتی ہے تو روشنی کے م سے ۱ تک جانے آنے میں آئینہ م کافی زاویئے میں گردش کر جاتا ہے۔ چنانچہ اگر یہ زاویہ تھ ہو تو شعاع ۱ م نقطہ ش پر منعکس نہ ہوگی بلکہ اب وہ م شَ کی سمت میں منعکس ہوگی۔ اور چشمہ چ سے ش کا خیال عَ پر نظر آئے گا پس اگر ہم زاویہ ش م شَ اور فاصلہ ۱ م معلوم کر لیں تو روشنی کی رفتار دریافت ہو سکتی ہے۔

کیونکہ زاویہ ش م شَ = ۲ تھ

جس عرصہ میں آئینہ م زاویہ تھ طے کرتا ہے روشنی فاصلہ ۲ م ا طے کرتی ہے۔

اگر آئینہ ایک ثانیہ میں ن گردشیں کرے تو

زاوی رفتار فی ثانیہ = ۲ π ن

∴ زاویہ تھ طے کرنے کی مدت = و = تھ / ۲ π ن ثانیہ

پس اگر م ا = ل

اور روشنی کی رفتار = س

تو س = ۲ ل / و سم فی ثانیہ

= ۴ π ن ل / تھ

ن اور ل تو آسانی سے دریافت ہو جاتے ہیں اور تھ = ½ ش م شَ۔

عملاً زاویہ ش ۂ شَ کی پیمائش مشکل ہے اس لئے ء ءَ کی پیمائش کرتے ہیں جو ش شَ کے برابر ہے۔ ان فاصلوں کی پیمائش آسانی سے ہو جاتی ہے اس لئے سا کی قیمت دریافت ہو سکتی ہے۔

چنانچہ اگر ش م = د اور ء ءَ = ف

$$\text{تو}\quad ته = \frac{ف}{۲د}$$

$$\therefore\quad سا = \frac{۸\pi ن د ل}{ف} \ \text{سم فی ثانیہ}$$

فوکے کے تجربے میں ا م ۲۰ میٹر تھا۔ آئینہ پر چاندی کی قلعی تھی اور ایک چھوٹی پون ترہین سے اس کو گردش دی جاتی تھی۔ ء ءَ صرف ۰٫۷ سم تھا۔

$$\text{اس تجربہ سے}\quad سا = ۲٫۹۸ \times ۱۰^{۸} \ \text{میٹر}$$

$$= ۲٫۹۸ \times ۱۰^{۱۰} \ \text{سم}$$

مشقی سوالات

(۱) رومر کے مشاہدات کے بموجب زمین کے مدار کو طے کرنے کے لئے روشنی ۱۶′ ۳۶″ لیتی ہے۔ اگر روشنی کی رفتار ۳۰۰،۰۰۰،۰۰۰ میٹر فی ثانیہ ہو، تو زمین سے سورج تک کا فاصلہ میٹروں میں دریافت کرو۔

(۲) اگر فیزو کا دندانہ دار پہیا فی ثانیہ ۱۵ گردشیں کرے اور اس میں ۷۰۰ دندانے ہوں، تو واپسی پر روشنی مسدود ہو جائے تو پہیے سے آئینہ تک کا فاصلہ معلوم کرو۔

(۳) فوکے کے تجربے میں مستوی آئینے کو ۷۰۰ مرتبہ فی ثانیہ گردش دی گئی۔ مقعر آئینہ مستوی آئینہ سے ۱۳ $\frac{۱}{۲}$ فٹ پر تھا۔ اگر نور کی رفتار ۱۸۵،۱۵۰ میل فی ثانیہ ہو، تو وہ زاویہ معلوم کرو۔

جس میں مستوی آئینہ گھومتا ہے جبکہ روشنی مستوی سے مقعر آئینہ تک جا کر واپس آتی ہے۔

(۴) اگر مشتری کا پہلا چاند مشتری کے گرد ۴۲ گھنٹہ میں گردش کرے، اور اپنے مدار میں زمین کی رفتار ۱۸ ½ میل فی ثانیہ ہو، اور نور کی رفتار ۱۸۶۰۰۰ میل فی ثانیہ ہو تو متواتر گہنوں کے درمیان ظاہری مدت دریافت کرو جبکہ (i) زمین مشتری سے قریب ہو رہی ہو۔
(ii) جبکہ زمین مشتری سے دور ہو رہی ہو۔

(۵) فیزو کے طریقے سے رفتار نور دریافت کرنے پر دو مقاموں کے درمیان فاصلہ ۱ کلومیٹر ہے اور پہیے میں ۷۲۰ دندانے ہیں۔ تو خیال کی تیسری اور چوتھی پوشیدگی کے لئے زاویئی رفتار نیم قطری فی ثانیہ میں دریافت کرو۔

(۶) فوکے کے طریقے سے روشنی کی رفتار معلوم کرنے کے لئے ثابت آئینے کو گردش کرنے والے آئینے سے ۱ کلومیٹر کے فاصلے سے رکھا گیا۔ گردشی آئینہ فی ثانیہ ۵۰۰ گردش کرتا تھا۔ اگر روشنی کی رفتار ۳ × ۱۰^۱۰ سمر ثانیہ ہو تو واپس ہونے والی شعاع کا زاویئی انحراف دریافت کرو۔

چودھواں باب

نور کی نوعیت

نور کے نظریئے

نور کے اکثر مظاہر سے قدما واقف تھے۔ ان کے پاس ابتدائی قسم کے مناظری آلات بھی کافی تھے۔ لیکن نور کے کسی صحیح نظریہ تک وہ نہ پہنچ سکے۔ فیثا غورث یونانی (۵۸۰ تا ۵۱۰ ق م) اور افلاطون کا قول یہ تھا کہ بصارت کا عمل سہ گونہ ہے یعنی مشاہد کی آنکھ ایک نور خارج کرتی ہے جو اولاً سورج کی روشنی سے ملتا ہے اور پھر شئے مرئی کے اخراجات سے۔ اور یہ دوسری آمیزش بصارت کے عمل کو پورا کر دیتی ہے۔ لیکن ۳۵۰ ق م میں ارسطو نے اس سے اختلاف کیا۔ اس کا قول یہ تھا کہ روشنی کسی مبدء سے مادی اخراج کا نام نہیں ہے۔ بلکہ وہ ہماری آنکھوں اور جسم مرئی کے درمیانی واسطے کی ایک کیفیت کا نام ہے۔

ارسطو کا یہ خیال جدید موجی نظریہ سے بہت ملتا جلتا ہے۔ تاہم یہ نظریہ صرف سترھویں صدی ہی میں قائم ہو سکا۔

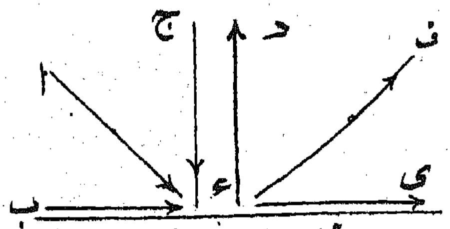
لیکن یہ تمام نظریئے نور کے متعلق وقت کے جملہ مسائل کو حل نہ کر سکتے تھے اس لئے ان سب کے بجائے نیوٹن کا پیش کردہ جسیمی نظریہ مقبول عام ہو گیا۔ ہم یہاں اس نظریہ کو مختصراً بیان کریں گے۔

نور کا جسیمی یا خروجی نظریہ

سر اسحٰق نیوٹن (۱۶۴۲ تا ۱۷۲۷ء) نے اس نظریہ کو پیش کر دیا تھا۔ اس نظریہ کے بموجب روشنی ایسے جسیموں کا مجموعہ ہے جو جسم منور سے، مثل گولیوں کے، نہایت تیزی سے خارج ہوتے ہیں۔ اور جب یہ جسیمے آنکھ میں داخل ہوتے ہیں تو احساس بصارت پیدا کرتے ہیں۔ فضاء آزاد میں ان کی حرکت مستقیم ہوتی ہے، لیکن مادی سطحوں کے نزدیک ان کا راستہ منحنی ہو جاتا ہے۔ اس کا سبب مادہ زیر بحث کا اس جسیمے کو جذب یا دفع کرنا ہے۔ جذب و دفع کی یہ صفت سطح سے تھوڑے ہی فاصلے تک ممتد ہوتی ہے۔

اس نظریے سے نور کی اشاعت مستقیم کی توجیہ بآسانی ہو جاتی ہے۔ انعکاس اور انعطاف کے کلئے بھی اس نظریہ سے آسانی کے ساتھ ثابت ہو جاتے ہیں۔

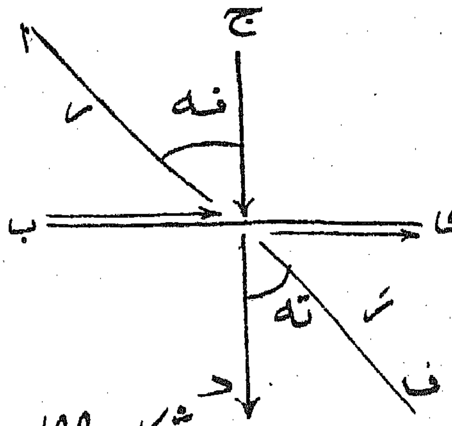
چنانچہ فرض کرو کہ (شکل ۱۹۸) آئینہ ۶ پر جو جسیمے واقع ہوتے ہیں وہ کامل طور پر لچک دار ہیں اور آئینہ سے ربڑ کے گیندوں کی طرح بازگشت کرتے ہیں۔ فرض کرو کہ پیکان ا واقع ہونے والے ایک جسیمے کا راستہ اور اس کی وقوعی رفتار کی تعبیر ہے۔ اس رفتار کو دو علی القوائم سمتوں میں تحویل کرو۔ فرض کرو کہ یہ اجزا ب اور ج ہیں۔ ان اجزا میں جو جزء انتصابی ہے اس کی سمت آئینہ پر جسیمے کے تصادم کی وجہ سے بدل جاتی ہے۔ اس لئے اس کو ہم اب د سے تعبیر کر سکتے ہیں۔ افقی جزء پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔ چنانچہ ہم اس کو ی سے تعبیر کر سکتے ہیں۔ اب د اور ی کو ترکیب دیا جائے تو رفتار ف حاصل ہوتی ہے۔ د کے ساتھ اس کا زاویہ وہی ہے جو ج کے ساتھ ا کا تھا۔



شکل ۱۹۸

انعطاف کی توجیہ کے لئے فرض کرو کہ حسب سابق (شکل) ا واقع رفتار کی تعبیر ہے فرض کرو کہ اس کی مقدار س ہے اور زاویہ وقوع فہ ہے۔ نیوٹن نے یہ فرض کیا کہ جب کوئی جسیمہ کسی کثیف تر واسطے کے قریب پہنچتا ہے تو واسطے کے سالمے اس جسیمہ کو جذب کرتے ہیں۔

اس لئے اس کی رفتار کے عمودی جزء میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اس لئے اب اس کی رفتار دوسرے واسطے میں د سے تعبیر ہو گی جس کو اس وجہ سے ج سے بڑا دکھایا گیا ہے۔ سطح کے مماس کی سمت میں چونکہ جسیمہ پر کوئی قوت عمل نہیں کرتی اس لئے افقی جزء



شکل ۱۹۹

علی حالہ قائم رہتا ہے اور اس لئے اس کو ب کے مساوی ی سے تعبیر کر سکتے ہیں۔ پس دوسرے واسطے میں حاصل رفتار سمت اور قدر کے لحاظ سے ی اور د کا حاصل یعنی ف ہے۔ اس کی قدر کو اگر ر' سے تعبیر کریں اور زاویہ انعطاف تہ ہو

تو ∵ ب = ی

∴ ر جب فہ = ر' جب تہ

اور $\frac{\text{جب فہ}}{\text{جب تہ}} = \frac{\text{ر'}}{\text{ر}}$

یہ نسبت اس وقت مستقل ہوگی جب ر' مستقل ہو۔ پس کلیہ انعطاف صحیح ٹھیرتا ہے۔ ساتھ ہی اس کے کثیف تر واسطے کی رفتار زیادہ ہے۔ یعنی

جسیمی نظریہ کی رو سے روشنی کی رفتار کثیف تر واسطے میں زیادہ ہوتی ہے۔ سطح پر جسیموں کا جذب و دفع بے قاعدہ سا معلوم ہوتا ہے۔ نیوٹن نے بھی اس کو محسوس کیا۔ چنانچہ اس نے طرح طرح سے اس کی تاویل کی۔ لیکن بالآخر اس کو معلوم ہوگیا کہ ان تاویلوں کے ساتھ یہ نظریہ قائم نہیں رہ سکتا، چنانچہ اپنی آخیر عمر میں اس نے جسیمی نظریہ میں بہت کچھ ترمیم کردی، جس سے وہ موجی نظریہ کے بہت کچھ مطابق ہوگیا۔ لہذا ہم اب اسی نظریہ کو بیان کریں گے۔

نور کا موجی نظریہ اس نظریہ کی بنیاد، ایک لحاظ سے کہا جا سکتا ہے۔ کہ ارسطو نے ڈالی تھی لیکن جیسا کہ اس سے پیشتر ذکر کیا جا چکا ہے۔ اس کو ۱۶۷۸ء میں ہوئی گنس نے علمی طریقہ پر پیش کیا۔ اس کے بعد فرنیل، ینگ وغیرہ نے اپنی کوششوں سے اس نظریہ کی بنیادیں مضبوط کردیں۔

اس نظریہ کے بموجب تمام فضا میں دائر و سائر ایک تحیر قار، بے وزن واسطہ ہے جس کو اثیر کہتے ہیں۔ اس اثیر میں عرضی ارتعاش حرارتی، نوری، اور برقی اشعاعات پر مشتمل ہوتے ہیں۔ بالفاظ دیگر نور اثیر میں موجی حرکت کا نام ہے۔

اس اثیر کو عجیب و غریب خاصیتوں سے متصف کیا گیا۔ چونکہ اس کو ہم نہ تو چھو سکتے ہیں، نہ دیکھ سکتے ہیں، نہ سونگھ سکتے ہیں، نہ چکھ سکتے ہیں اور نہ محسوس کر سکتے ہیں، اس لئے اس کا ادراک براہ راست ہم کبھی نہیں کر سکتے۔ درحقیقت اس کے وجود کو تسلیم ہی اس لئے کیا گیا تھا کہ اس میں سورج سے آنے والی روشنی کی اشاعت ہو سکے۔ کیونکہ بین النجمی فضا میں کوئی مادہ

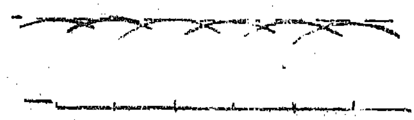
نہیں ہے۔ بعد میں اشعاعی حرارت اور برق کی اشاعت کے لئے اس کا وجود ناگزیر سمجھا جانے لگا۔

اس نظریہ کی رو سے ایک منور جسم اپنے گرد ایثر میں عرضی ارتعاش پیدا کر دیتا ہے۔ پھر یہ ارتعاش ایثر میں طے مسافت کر کے آنکھ تک پہنچتا ہے اور اس میں بصارت کا احساس پیدا کر دیتا ہے۔ چونکہ یہ اشاعت عرضی موجوں کے ذریعہ عمل میں آتی ہے۔ اس لئے ایثر میں استواری اور کثافت کی سی خاصیتیں ہونی چاہئیں۔ بنابریں کبھی اس کو غیر تغلیظ پذیر سیال اور کبھی اس کو لچک دار ٹھوس سمجھا گیا۔

ایثر کے تصور میں بہت سی دقتیں پیدا ہوتی ہیں۔ لیکن اگر ہم مظاہر پیدا کرنے والی میکانیت کی بجائے خود مظاہر کو زیر بحث رکھیں تو یہ دقتیں بڑی حد تک رفع ہو جاتی ہیں۔ ایثر میں فساد اور حرکت کی حالتیں وہ حالتیں ہیں جن کو ہم برقی اور مقناطیسی میدانوں سے تعبیر کرتے ہیں۔ ارتعاش میں حرکت اور فساد دونوں کا مفہوم شامل ہے۔ اسی لئے میکسویل نے ایک دوسرا نظریہ قائم کیا جس کو میکسویل کا برقی مقناطیسی نظریہ نور کہتے ہیں۔ اس نظریہ میں ایثر کی نوعیت کا سوال پیدا نہیں ہوتا۔ اس کی رو سے نوری موجیں برقی مقناطیسی مظاہر ہیں۔ جن میں برقی اور مقناطیسی میدان میں خواہ خلا میں ہو یا کسی واسطے میں، دوری تغیر واقع ہوتے ہیں۔ پس بسا اوقات اس کی ضرورت ہی نہیں ہوتی کہ ایثر کے خواص سے بحث کریں۔ نوری مظاہر کی توجیہ کے لئے ہم یا تو یہ کہہ سکتے ہیں کہ وہ ایثر میں چلنے والی نقل مکان کی موجیں یا برقی مقناطیسی موجیں ہیں۔

بادی النظر میں نور کی اشاعت اور موجی حرکت میں کوئی علاقہ نظر نہیں آتا۔ لیکن ہوئی گنس کی تصریحات اس بارے میں بہت مفید ہیں۔ چنانچہ ذیل کا عمل اسی کا پیش کردہ ہے جس سے اگر کسی موجی ناصیہ کا محل معلوم ہو تو ایک مدت معینہ گزر جانے کے بعد اس کا محل دریافت ہو سکتا ہے۔

فرض کرو کہ (شکل ۲۰۰) ا ب ایک موجی ناصیہ ہے۔ اس ناصیہ کے تمام نقطوں کو ہیجان کا مرکز تصور کرو۔ ان نقطوں کو مرکز مان کر کرے کھینچو، جن کے نصف قطر اس درمیان میں نور کے طے کردہ فاصلے ہوں۔ تو ان تمام کروں کا ایک مشترک مماس مستوی ہوگا۔ پس یہی مستوی



شکل ۲۰۰

مدت معینہ کے بعد موجی ناصیہ کی نئی وضع ہے۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ کسی نقطہ پر موجی ناصیہ ایسی سمت میں چلتا ہے جو اس نقطہ پر موجی ناصیہ کے عماد کی سمت میں ہو۔

اس عمل کو مستوی اور منحنی دونوں سطحوں پر عاید کیا جا سکتا ہے۔ چنانچہ انعکاس اور انعطاف کے کلئے اس عمل سے صحیح ٹھیرتے ہیں۔ جس کی پوری تفصیل دیکھنا ہو تو طبعی مناظر کی کتاب دیکھنا چاہئیے۔

یہاں ہم صرف اسی بیان پر اکتفا کریں گے کہ نور پر موجی حرکت کی خاصیتوں کے عائد کرنے سے پتہ چلتا ہے کہ نور کی رفتار کثیف تر واسطے میں کم ہو جانی چاہئیے۔ لیکن یہ ایسا نتیجہ ہے جو جسیمی نظریہ کے نتیجے کے بالکل برعکس ہے۔ پس ظاہر ہے کہ ان دونوں میں سے وہی نظریہ صحیح ہے جس کی تصدیق تجربے سے ہو جائے۔

قول فیصل چنانچہ اگر م = دو واسطوں ا اور ب کے درمیان انعطاف نما

ر = روشنی کی رفتار واسطے ا میں

ر' = " " " ب میں

تو م = ر'/ر (نظریہ جسیمیہ)

اور م = ر/ر' (نظریہ موجیہ)

مثلاً پانی جیسے واسطے میں، جس کا انعطاف نما ایک سے زیادہ ہے، نظریہ جسیمیہ کے اعتبار سے روشنی کی رفتار ہوا سے زیادہ ہونی چاہئیے اور نظریہ موجیہ سے اس کے برعکس ہونا چاہئیے۔ ان دونوں میں فیصلہ کرنے کے لئے فوکے نے تجربے انجام دیئے تو نتیجہ نظریہ موجیہ کے حق میں نکلا لیکن اس نظریہ کی اصلی بنیاد فوکے کے تجربوں پر نہیں ہے بلکہ اصول و مظاہر تداخل کی دریافت پر ہے۔ اس کی تفصیل کسی قدر "کتاب الصوت" میں بیان کی جا چکی ہے۔ ان سب کا حاصل یہ ہے کہ ایک صدی ادھر سے نور کے موجی نظریہ ہی کو عام طور پر تسلیم کیا جاتا رہا ہے۔

ہندسی اور طبعی مناظر اس باب کے آغاز سے پہلے پہلے نور کے متعلق ہم نے صرف یہی مفروضہ قائم کیا کہ وہ خطوط مستقیم میں اشاعت پاتا ہے اور کلیات انعکاس اور انعطاف کے تابع ہے۔ ان مفروضات پر علم المناظر کی جو شاخ قائم ہے اس کو ہندسی مناظر

گئے ہیں۔ لیکن جب ہم ان مفروضات پر نور کی نوعیت کے متعلق کوئی مفروضہ اضافہ کر دیں مثلاً یہ کہ وہ موجی حرکت ہے تو پھر یہ موضوع طبیعی مناظر کا ہو جاتا ہے۔ یقین ہے کہ پہلے باب میں مناظر کی جو دو تقسیمیں بتلائی گئی تھیں وہ اب واضح ہو گئی ہوں گی۔ اس کتاب کے جملہ سابقہ ابواب ہندسی مناظر ہی پر ہیں۔ طبیعی مناظر اس کے موضوع سے خارج ہے اس لئے یہاں محض اجمال پر اکتفا کیا گیا ہے۔

نظریہ قدریہ حال حال تک نور کے نظریوں میں تفوق ہر طرح سے موجی نظریہ ہی کو حاصل تھا، کیونکہ تقریباً تمام نوری مظاہر کی توجیہ اس نظریہ سے ممکن تھی نہ صرف یہ بلکہ موجی نظریہ پر جن ریاضیاتی تحقیقات کی بنیاد رکھی گئی اُن سے نئے مظاہر کی پیشین گوئی ممکن ہو گئی، جن کی تصدیق بعد میں چل کر تجربے سے کی گئی۔ اس لحاظ سے موجی نظریہ کی بنیاد نظری اور عملی حیثیت سے بہت پختہ تصور کی گئی۔

لیکن انیسویں صدی کے ختم پر یہ پتہ چلا کہ موجوں کے کسی نظام کی توانائی قصیر ترین موجی طول کی موجوں میں مرتکز ہونے کا اقتضا رکھتی ہے۔ گرم جسم سے خارج شدہ اشعاعات کے طیف کے مختلف حصوں میں توانائی کی پیمائش کی گئی تو پتہ چلا کہ بعض طول موج کے لئے توانائی کی قیمت اعظم ہوتی ہے جس کا انحصار جسم کی تپش پر ہوتا ہے اور جس کی قیمت اس اعظم قیمت کے قصیر موجی جانب جلد جلد گر جاتی ہے۔

۱۹۰۱ء میں پروفیسر پلانک نے یہ ثابت کر دکھایا کہ ان مظاہر کی توجیہ ہو سکتی ہے تو صرف اس خیال پر کہ کسی ارتعاشی تعدد ع کے تناظر توانائی صرف معین مقداروں یا "قدریوں" میں خارج ہو سکتی ہے۔ اور ہر قدریہ کی توانائی ت مساوی ہوتی ہے۔ ہ ع کے جہاں ہ ایک ہمہ گیر مستقل ہے۔ اس کو پلانک کا مستقل بھی کہتے ہیں۔

اس نظریہ کے بموجب نور کو قار (غیر مسلسل) ماننا پڑتا ہے، یعنی یہ کہ نور معین غیر قسمت پذیر قدریوں پر مشتمل ہے۔ اس کے برخلاف نور کا موجی نظریہ یہ کہتا ہے کہ نور ایک موجی حرکت ہے اور ہر موجی حرکت کامل تسلسل یا عدم قاریت کو مستلزم ہے۔ باوجود اس تضاد کے دونوں نظریئے اپنی اپنی جگہ صحیح مانے جاتے ہیں، کیونکہ طیف میں توانائی کی تقسیم اور دیگر مظاہر کی توجیہ معقول طریقہ پر نظریہ قدریہ ہی سے ہو سکتی ہے۔ ۱۹۰۵ء میں آئنسٹائن نے "نوری قدریوں" کا مفہوم ضیا برقی مظاہر کی توجیہ کے لئے قطعی طور سے پیش کیا تھا۔

قدری نظریہ پر بور نے ۱۹۱۳ء میں ہائیڈروجن کا کامل طیف حاصل کیا۔ لاشعاعوں کی نوعیت، اور روشنی کے زیر عمل دھاتوں سے برقیوں کے آزاد ہونے کے سلسلہ میں مظاہر کے متعلق معلومات میں اضافہ نے اس دعوے کو اور تقویت بہم پہنچائی۔ چنانچہ قدری نظریہ بھی اس مضبوطی سے قائم ہوگیا جیسے کہ موجی نظریہ قائم ہوا تھا۔ ان دونوں میں جو تضاد ہے اس کے رفع کی یہ صورت نکالی گئی ہے کہ موجی نظریہ کو ان تمام مسائل کے لئے استعمال کرتے ہیں۔ جن کا تعلق فضا اور مادے میں سے نور کا انتقال ہے۔ اور قدری نظریہ کو اس وقت کام میں لاتے ہیں جبکہ ہم اخراج یا انجذاب نور سے بحث کرتے ہیں۔

ان دونوں نظریوں کے تضاد نے ہی کہنا چاہیئے کہ مطالعہ و تحقیق کے لئے ایک نیا موضوع پیدا کر دیا ہے جس کو موجی میکانیات کہتے ہیں۔ اس کی رو سے کمیت یا توانائی کا ہر عنصر ارتعاشوں کا ایک ایسا نظام ہے جو کسی حوالہ کے نقطہ یا مرکز کے گرد ممتد ہوتا ہے۔ مفہوم کو اس طرح سے پیش کیا جائے تو نوری توانائی کی قدری نوعیت بھی برقرار رہتی ہے اور نور کے ساتھ دوری ارتعاشش کا جو مفہوم وابستہ ہے اس کو بھی ٹھیس نہیں لگتی۔

باوجود اس کے نور کے موجی نظریہ کے سلسلہ میں چند دشواریاں ایسی پیدا ہو گئی ہیں جن پر بہت کچھ بحث و تمحیص ہو چکی ہے۔ یہاں صرف اس کا تذکرہ کیا جا سکتا ہے۔ مزید بحث اس کتاب کے موضوع سے خارج ہے۔

سب سے پہلے تو یہ ذہن نشین کر لینا چاہیئے کہ ایک زمانہ وہ تھا (کوئی پچیس برس ادھر) جبکہ ایثر کی خاصیتوں سے کوئی بحث خالی نہ ہوتی تھی۔ یہ کہا جاتا تھا کہ جب سیارے اس میں سے گزرتے ہیں تو ان کو مزاحمت پیش نہیں آتی۔ ساتھ ہی اس لئے اس کو اتنا استوار مانتے تھے کہ وہ جرس کی طرح مرتعش ہو سکتا ہے۔ لیکن اب خیالات بالکل بدل گئے ہیں۔ اور اب ایثر کی نسبت جتنا کم کہا جائے اتنا ہی بہتر سمجھا جاتا ہے۔ کیونکہ جدید ترین خیال یہی ہے کہ روشنی ایسی موجی حرکت ہے جس کو واسطے کی ضرورت نہیں۔ کیونکہ اس میں خود ایک شئے کی سی خاصیتیں پائی جاتی ہیں۔

دوسرے آئنسٹائن نے اپنے نظریہ اضافیت کی بنا پر یہ دریافت کیا کہ سورج کے تجاذبی جذب کی وجہ سے کسی ستارے سے آنے والی روشنی کی شعاع منصرف ہو جاتی ہے۔ اس انصراف کا حساب لگایا گیا اور فلکی مشاہدوں سے اس کی تصدیق ہوئی۔ نتیجہ اس سے یہ نکلتا ہے کہ روشنی میں وزن ہے۔ اس وزن کی نوعیت ویسی ہی ہے جیسے کسی پتھر یا مادے کے کسی حصہ کا وزن۔ اگرچہ یہ

ضروری ہے کہ اس کا وزن بغایت قلیل ہے۔ یہ سب صورتیں ایسی ہیں کہ سابقہ خیالات سے ان کا انطباق بہت مشکل نظر آتا ہے۔

ضمیمہ

انتصابی تختِ مناظر اور اس کا استعمال

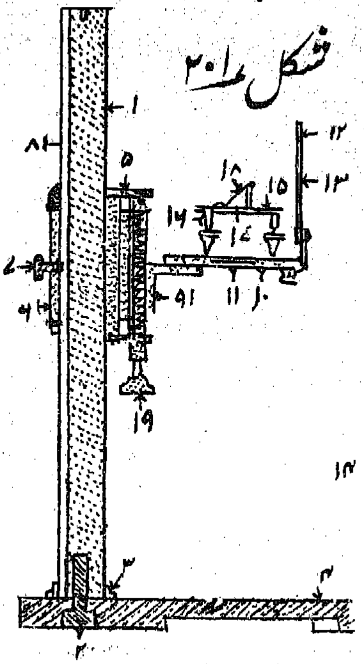
نوٹ: - یہ آلہ جناب محمد عبد الرحمٰن خاں صاحب، اے، آر، سی، ایس، بی، ایس، سی (لندن) ایف، آر، اے، ایس، صدر کلیہ جامعہ عثمانیہ حیدر آباد دکن کا ایجاد کردہ ہے۔ یہ آلہ مختصر ہے لیکن بہت کار آمد ہے۔ صاحب موصوف نے اس کے متعلق ایک تفصیلی مضمون سپردِ قلم فرمایا تھا جو علیحدہ رسالہ کی صورت میں بھی شائع ہو چکا ہے۔ یہ ضمیمہ اسی کا ترجمہ ہے

تمہید | ابتدائی مناظر میں متعدد تجربے اس امر پر مشتمل ہوتے ہیں کہ خیالوں کے محل معلوم کئے جائیں اور بعض معین نقطوں یا سطحوں سے اُن کے فاصلے پیمائش کئے جائیں جب خیال حقیقی اور روشن ہو تو وہ پردے پر بن سکتا ہے۔ اور اس طرح اس کا محل آسانی سے معلوم ہو سکتا ہے لیکن جب خیال حقیقی ہو، اور اتنا کافی روشن نہ ہو کہ پردے پر لیا جا سکے تو اختلاف منظر کا طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ طریقہ تعلیمی نقطۂ نظر سے کتنا ہی اچھا کیوں نہ ہو، لیکن اس میں آنکھوں پر غیر ضروری بار پڑتا ہے اور نتائج بھی زیادہ صحیح حاصل نہیں ہوتے۔

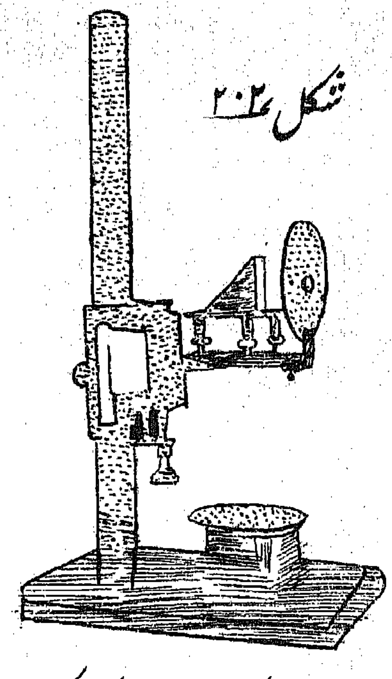
آلۂ زیر بحث میں صرف حقیقی خیالوں سے بحث کی گئی ہے منور صلیبی تاروں کے استعمال اور خیالوں سے اُن کی واقعی تطبیق کی وجہ سے مشاہدے کی دقتیں اقل ہو جاتی ہیں اور چونکہ آئینہ یا عدسہ کا نظام ایک بھاری پایہ دان پر افقاً نصب ہوتا ہے، اور صلیبی تار ایک مضبوط انتصابی ایستادہ پر حرکت کرتے ہیں، اس لئے ماکعوں کے انعطاف نما کی دریافت میں بہت سہولت ہو جاتی ہے۔ اور خطار نمایندہ تو تقریباً ساقط ہی ہو جاتی ہے۔

تشریح | شکل ۲۰۱ میں آلہ کار دکھلایا گیا ہے۔ یہ آلہ مشتمل ہے ایک انتصابی ایسادہ (۱) پر، جو پیچ (۲) سے ساکٹ (۳) پر، ایک پایہ دان (۴) میں کسا ہوا ہے۔

سادہ سی شکنجہ والی ایک ترکیب سے ایک کالر (۵) ایستادہ پر انتصاباً لگایا گیا ہے۔ اس کالر میں دو حلقے ہیں جو ایستادہ پر حرکت کرتے ہیں اور جو انتصابی ٹکڑوں کے ذریعے سے ملے ہوئے ہیں۔ ملانے والے ٹکڑوں میں سے ایک ٹکڑے (۶) میں ایک سخت کمانی لگی ہے (جو شکل میں نہیں دکھلائی گئی) اور ایک پیچ (۷) پیچھے کی طرف لگا ہے۔ پیچ کا نوک دار سرا اور کمانی کے سرے نالی (۸) میں حرکت کرتے ہیں، جو ایستادہ کے پورے طول میں کھدی ہوئی ہے تاکہ کالر کسا جا سکے۔



شکل ۲۰۱



شکل ۲۰۲

کالر (۵) کے ایک طرف ایک کسر پیما (۹) لگا ہے جو انتصابی ایستادہ پر کندہ (شکل ۲۰۱) اصلی پیمانے کے ساتھ پڑھا جاتا ہے۔ اس طریقے سے پائدان سے اوپر ایستادہ پر کالر کے محل کی خواندگی بہت صحیح حاصل ہو جاتی ہے۔

کالر سے لگی ہوئی ایک افقی قرص (۱۰) ہے جس کے مرکز میں ایک سوراخ (۱۱) ہے۔ افقی قرص پر ایک دوسری قرص (۱۲) انتصاباً نصب ہے۔ اس میں ایک چھوٹا سا مرکزی سوراخ (۱۳) ہے جس میں باریک صلیبی تار لگے ہیں۔ افقی قرص پر ایک اور چھوٹی افقی قرص (۱۵) نصب ہے، جو ایک تپائی (۱۶) پر قائم ہے اور جس کے بیچ میں ایک مرکزی سوراخ (۱۷) ہے۔ اس سوراخ کے اوپر تشاکلی وضع میں معلوم ابعاد اور انعطاف نما کا ایک چھوٹا قائم الزاویہ منشور رکھا ہوا ہے۔

تپائی کے پائے ترتیب پذیر ہیں تاکہ منشور کے مائل رُخ کے مرکز کو صلیبی تاروں کے نقطۂ تقاطع سے افقاً سیدھ میں رکھا جا سکے۔

ان تمام تجربوں میں، جن کے لئے یہ آلہ استعمال کیا جاتا ہے، صلیبی تار منور (مثلاً برقی لمپ سے) کئے جاتے ہیں۔ منور صلیبی تار اور افقی قرص کے سوراخ کے عین نیچے آلہ کے پائدان پر رکھے ہوئے آئینہ یا عدسہ (یا دونوں کے نظام) سے انعکاس (یا انعکاس اور انعطاف) سے پیدا شدہ ان کے خیال دونوں میں انطباق حاصل کیا جاتا ہے۔

انتصابی قرص (۱۲) کی پشت پر چاندی چڑھی ہو یا کاغذ لگا ہو تو مناسب ہے تاکہ صلیبی تار اور ان کے خیال کا انطباق بآسانی مشاہدہ کیا جا سکے۔ جب انطباق کی آخری درستی کی وضع میں کا لرکس دیا جائے اور قرص (۱۰) کی انتصابی حرکت میں خفیف سا تغیر کرنا ہو تو اس کے لئے خفیف حرکت پیچ (۱۹) لگا ہوا ہے۔

انطباق کی وضعوں میں آئینہ اور قرص (۱۰) کے درمیان دئے ہوئے پیمانہ پر فاصلہ پڑھ لیا جائے، تو آلہ بہت سے مائعوں کے لئے بطور انعطاف پیما بخوبی و بآسانی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ صرف ضرورت ایک ایسے مقعر کروی آئینے کی ہوگی جو مجلا دھات کا ہو، اور جس کا نصف قطر انحنا (تقریباً ۲۰ سمر) یکساں ہو تاکہ اس میں مائع رکھا جا سکے۔

نتائج کا حساب

حساب کی سہولت کی غرض سے ہم یہ فرض کرلیں گے کہ منشور کی بجائے ایک مستوی آئینہ ہے، جس کے سامنے کے رُخ پر پالش ہے اور جو قرص پر بدرجہ ۴۵° مائل ہے۔ جب مقعر آئینہ آلہ کے پائدان پر رکھا جاتا ہے تو اس میں جو مائع رکھا جاتا ہے وہ پتلا مستوی محدب عدسہ بن جاتا ہے۔ جب شخص اور خیال منطبق ہو جائیں تو ہم ضابطہ ذیل سے

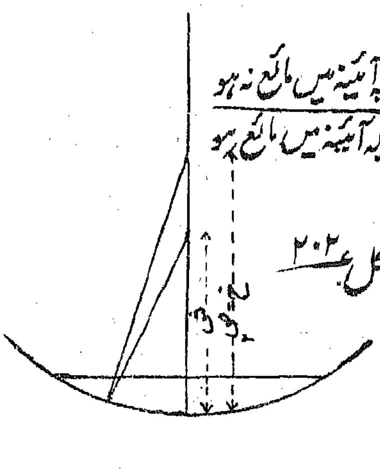
$$\frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = (\text{مہ} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_1} - \frac{1}{\text{ص}_2}\right)$$

مائع کا انعطاف نما مہ، بہ لحاظ ہوا دریافت کر سکتے ہیں۔

ظاہر ہے کہ $\text{ص}_1 = \infty$ اور $\text{خ} = \text{ص}_2$

= آئینہ کا نصف قطر انحنا (شکل ۲۰۲)

$$\therefore \text{مہ} = \frac{\text{ص}_2}{\text{ش}}$$



یعنی مائع کا انعطاف نما = $\dfrac{\text{آئینہ سے صلیبی تاروں کا فاصلہ جبکہ آئینہ میں مائع نہ ہو}}{\text{آئینہ سے صلیبی تاروں کا فاصلہ جبکہ آئینہ میں مائع ہو}}$

شکل ۲۰۲

قائمۃ الزاویہ منشور کی وجہ سے مشاہدے میں سہولت ہوتی ہے، لیکن حساب پر کسی قدر اثر پڑتا ہے۔

چنانچہ

فرض کرو کہ ع = شخص اور خیال کے انطباق کی وضع میں آئینہ کا فاصلہ افقی فرص سے جبکہ کوئی مائع استعمال نہ کیا جائے۔

عَ = وہی مقدار جبکہ آئینہ میں کوئی مائع ڈالا جائے۔

ل = تپائی کے ایک پائے کا طول۔

بہ = ایک دوسرے کے علی القوائم منشور کے مساوی رخوں میں سے کسی ایک کا طول۔

س = منشور کے انتصابی رُخ سے صلیبی تاروں کا فاصلہ۔

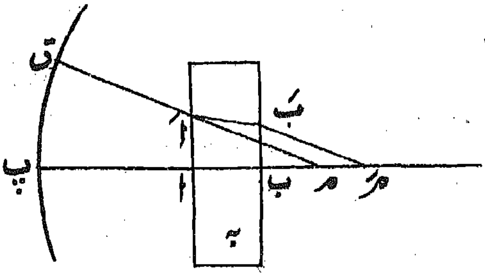
مہ = مائع کا انعطاف نما۔

مَہ = منشور کا انعطاف نما۔

$$\text{تو}\quad مہ = \frac{ا + ل + \frac{ب}{مَہ} + س}{اَ + ل + \frac{ب}{مَہ} + س} = \frac{ا + ک}{اَ + ک} \quad ......(۱)$$

$$\text{جہاں}\quad ک = ل + \frac{ب}{مَہ} + س$$

اگر کسی معلوم انعطاف نما مہ کے مائع سے تجربہ کیا جائے تو پھر ک کی قیمت ایک مرتبہ ہمیشہ کے لئے دریافت ہو جاتی ہے۔



شکل ۲۰۳

کیونکہ منشور بظاہر دبازت ب اور متوازی رخوں والی شیشہ کی سلّی کی طرح عمل کرتا ہے شکل (۲۰۳) میں ایک ستی مقعر آئینہ پ ق اور اس کے مرکز مر کے درمیان آئینہ کے محور کے علی القوائم رکھی ہوئی ہے۔ فرض کرو کہ سلّی کی دبازت بہ ہے اور اس کا انعطاف نما مَہ ہے۔ سلی میں سے گزرنے کے بعد اگر شعاع کی سمت آئینہ پر عاد ہو تو وہ اپنے ہی راستے واپس جائے گی۔ سمت اَ ف پر چلنے کے

لئے (قَ آئینہ کے قطب پ کے کافی قریب لیا گیا ہے) ظاہر ہے کہ اس کو مَ سے چلنا پڑے گا، جو م کے مقابلے میں آئینہ سے بعید تر ہے۔ اور مَ بَ متوازی ہے ا ق کے۔ تخمص اور خیال کے انطباق کے لئے متور صلیبی تاروں کو آئینے سے بقدر فاصلہ (مہ - ۱)/مہ بہ = (۱ - ۱/مہر) بہ کے ہٹا دینا چاہیئے۔

آئینہ کا نصف قطر انحنار م ق ہے۔ آئینہ سے صلیبی تاروں کا حقیقی فاصلہ

= پ مَ = پ م + م مَ = پ م + (۱ - ۱/مہر) بہ

∴ نصف قطر پ م = پ مَ - (۱ - ۱/مہر) بہ

= پ ا + بہ + ب مَ - (۱ - ۱/مہر) بہ

= پ ا + بہ/مہر + ب مَ

= ع + بہ/مہ + ل + س

= (ع + ل) + بہ/مہر + س

شیشے کے معمولی مقعر آئینہ کے پشت پر چاندی چڑھی ہو تو اس کے استعمال سے حسابات پر جو اثر پڑتا ہے وہ بھی دل چسپی سے خالی نہیں۔

چنانچہ فرض کرو کہ ت = آئینہ کی دبازت۔

ص۱، ص۲ = آئینے کے سامنے اور پیچھے کے رخوں کے نصف قطر انحنار

سہولت کے لئے فرض کر لو کہ دونوں منحنی سطحوں کے صدر محور منطبق ہیں، تو ن۱ ن۲ م۱ م۲ ایک خط مستقیم ہوگا، جبکہ ن۱، ن۲ مرکز انحنار ہوں اور م۱، م۲ سطحوں کے قطب۔

شکل (۲۰۴) میں فرض کرو کہ نقطہ پ ، اس خط پر ہے، اس طرح کہ اس سے خارج ہونے والی شعاعیں سامنے کی سطح پر پڑتی ہیں تو شیشے میں ایسے راستوں پر منعطف ہوتی ہیں، جو پیچھے کی طرف بڑھانے سے ن۲ پر ملتی ہیں۔

پچھلی سطح سے انعکاس کے بعد یہ شعاعیں اپنے اپنے راستہ لوٹ آئیں گی اور بالآخر پ پر ملیں گی جس سے خیال شخص سے منطبق ہو جائے گا۔

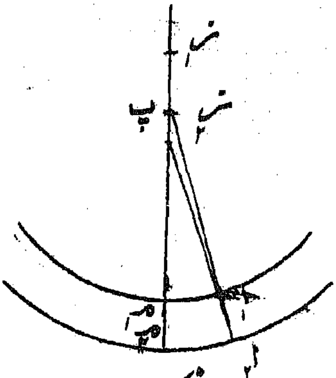
فرض کرو کہ $\text{پ}\ \text{ا}_1\ \text{ا}_2$ کسی ایسی شعاع کا راستہ ہے (ا_1 قریب ہے م_1 کے)

$\text{ن}_2\ \text{ا}_2\ \text{ا}_1$ ایک خطِ مستقیم ہے۔

اب $\text{پ م}_1 = \text{ش}$ اور ہوا سے شیشے ہیں

انعطاف نما $= \text{مہ}_2$

تو منحنی سطح سے انعطاف کے ضابطے سے



شکل ۲۰۴

$$\frac{\text{مہ}_2}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{مہ}_2 - 1}{\text{ص}_1}$$

$$\text{خ} = \text{م}_1\text{ن}_2 = \text{م}_2\text{ن}_2 - \text{ت} = \text{ص}_2 - \text{ت}$$

$$\therefore \frac{\text{مہ}_2}{\text{ص}_2 - \text{ت}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{مہ}_2 - 1}{\text{ص}_1}$$

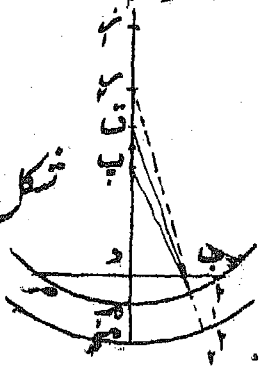
$$\therefore \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{مہ}_2}{\text{ص}_2 - \text{ت}} - \frac{\text{مہ}_2 - 1}{\text{ص}_1}$$

$$= \frac{\text{مہ}_2\text{ص}_1 - (\text{مہ}_2 - 1)(\text{ص}_2 - \text{ت})}{\text{ص}_1(\text{ص}_2 - \text{ت})}$$

$$\therefore \text{ش} = \frac{\text{ص}_1(\text{ص}_2 - \text{ت})}{\text{مہ}_2\text{ص}_1 - (\text{مہ}_2 - 1)(\text{ص}_2 - \text{ت})} \quad \ldots\ldots (۲)$$

جب آئینہ پر کوئی مائع ڈالا جائے تو فرض کرو کہ (شکل ۲۰۵) مائع کی اعظم گہرائی $= \text{د م}_1 = \text{ع}$

فرض کرو کہ پ_1 وہ نقطہ ہے جہاں شخص اور پہلے مائع پھر شیشے سے انعطاف سے پیدا شدہ خیال آئینہ کی پچھلی سطح سے انعکاس کے بعد



شکل ۲۰۵

منطبق ہوتے ہیں۔ پَ ب ا ا۲ خیال بنانے والی شعاع ع کا راستہ ہے۔

فرض کرو کہ $پَ\,م_2 = م_1$ اور $م_2 =$ مائع سے شیشے میں انعطاف نما

یہ صورت ایسی ہی ہے جیسے دبازت ع کے کسی مستوی محدب عدسہ سے انعطاف نما ہو جبکہ عدسہ انعطاف نما $م_1$ کے مادہ سے بنا ہو اور اس کے بعد نصف قطر $ص_1$ اور انعطاف نما $م_2$ کی منحنی سطح میں سے انعطاف ہو۔

پس مائع کی چپٹی (سامنے کی) سطح سے انعطاف کے لئے

$$\frac{م_1}{خ'} - \frac{1}{ش - ع} = \frac{م_1 - 1}{\infty}$$

$$(پَ\,د = شَ - ع \quad \text{اور} \quad خ' = ق\,د)$$

$$\therefore \frac{م_1}{خ'} = \frac{1}{ش' - ع} \quad \text{یا} \quad خ' = م_1(ش' - ع)$$

اور مائع کی منحنی (پچھلی) سطح سے (نصف قطر $= ص_1$) انعطاف کے لئے

$$\frac{م_2}{خ''} - \frac{1}{خ' + ع} = \frac{م_2 - 1}{ص_1}$$

$$(ق\,م_1 = خ' + ع \quad \text{اور} \quad خ'' = ق_2\,د)$$

$$\text{یا} \quad \frac{م_2}{خ''} = \frac{1}{م_1(ش' - ع) + ع} + \frac{م_2 - 1}{ص_1}$$

$$\therefore \frac{م_2}{خ''} = \frac{ص_1 + (م_2 - 1)[م_1 ش' - ع(م_1 - 1)]}{ص_1[م_1(ش' - ع) + ع]}$$

$$\therefore خ'' = \frac{م_2 ص_1[م_1 ش' - ع(م_1 - 1)]}{ص_1 + (م_2 - 1)[م_1 ش' - ع(م_1 - 1)]}$$

لیکن ن$_1$ م$_1$ = خ$_2$ = ص$_2$ - ت

∴ (ص$_2$ - ت) ص$_1$ + (مـہ$_2$ - ۱)(ص$_2$ - ت) [مـہ$_1$ شَ - ع (مـہ$_1$ - ۱)]

= مـہ$_2$ ص$_1$ [مـہ$_1$ شَ - ع (مـہ$_1$ - ۱)]

∴ (ص$_2$ - ت) ص$_1$ - (مـہ$_2$ - ۱)(ص$_2$ - ت) ع (مـہ$_1$ - ۱) + مـہ$_2$ ص$_1$ ع (مـہ$_1$ - ۱)

= مـہ$_2$ ص$_1$ مـہ$_1$ شَ - مـہ$_1$ شَ (ص$_2$ - ت)(مـہ$_2$ - ۱)

∴ شَ [مـہ$_1$ مـہ$_2$ ص$_1$ - مـہ$_1$ (ص$_2$ - ت)(مـہ$_2$ - ۱)]

= ص$_1$ (ص$_2$ - ت) - ع (مـہ$_1$ - ۱) [مـہ$_2$ ص$_1$ - (مـہ$_2$ - ۱)(ص$_2$ - ت)]

∴ شَ = ص$_1$ (ص$_2$ - ت) - ع (مـہ$_1$ - ۱) [مـہ$_2$ ص$_1$ - (مـہ$_2$ - ۱)(ص$_2$ - ت)] ÷ مـہ$_1$ [مـہ$_2$ ص$_1$ - (ص$_2$ - ت)(مـہ$_2$ - ۱)]

.... (۳)

∴ ش / شَ = ص$_1$ (ص$_2$ - ت) - ع (مـہ$_1$ - ۱) [مـہ$_2$ ص$_1$ - (مـہ$_2$ - ۱)(ص$_2$ - ت)] ÷ [مـہ$_2$ ص$_1$ - (مـہ$_2$ - ۱)(ص$_2$ - ت)] [ص$_1$ (ص$_2$ - ت) - ع (مـہ$_1$ - ۱) [مـہ$_2$ ص$_1$ - (مـہ$_2$ - ۱)(ص$_2$ - ت)]]

.... (۴)

اگر ص$_1$ = ص$_2$ اور ت اور ع قابلِ نظر انداز ہوں

تو ش / شَ = مـہ$_1$

پس کسی مائع کا انعطاف نما چاندی کی قلعی کے معمولی شیشے کے آئینے سے بھی بہت کافی حد تک صحیح حاصل ہوسکتا ہے بشرطیکہ وہ پتلا ہو اور اس کی سطحوں کے نصف قطر مساوی ہوں۔

انتصابی تختِ مناظر سے تجربے

ذیل میں وہ تجربے درج کئے جاتے ہیں جو اس آلہ سے عموماً انجام دیئے جایا کرتے ہیں۔

تجربہ (۱) آلے کے مستقل کی دریافت۔

منشور کے عین نیچے آلے کے پائدان پر ایک مقعر آئینہ رکھو۔ ایستادہ پر کالر کو حرکت دو تاآنکہ انتصابی قرص پر صلیبی تاروں کا خیال واضح ترین اور تاروں کے مساوی بنے یعنی خیال شخص سے منطبق ہو جائے۔ ممکن ہے کہ منشوری میز کے پایوں کو اُٹھانا یا بٹھانا پڑے تاکہ سارے کا سارا خیال پردے پر صلیبی تاروں سے قریب ترین بنے۔ اس کے لئے میز میں لگے پیچوں سے کام لینے کی ضرورت ہے اور ایستادہ کے پائدان پر مقعر آئینہ کے محل قدرے بدل دینے کی۔

ایستادے میں کالر کو کس دینے کے بعد آخری درست درازی کے لئے خفیف حرکت پیچ استعمال کیا جا سکتا ہے۔ کسر پیما کو دیکھو اور فرض کرو کہ انتصابی پیمانہ پر خواندگی ع ہے۔ مقعر آئینے پر تھوڑا سا پانی ڈالو۔ اور پھر کالر کی بلندی کو ترتیب دے کر شخص اور خیال میں انطباق حاصل کرو۔ فرض کرو کہ پیمانہ کی خواندگی اب ع ہے۔ پس اگر پانی کا انعطاف نما [جو ۱٫۳۳۳ کے مساوی لیا جا سکتا ہے] م ہو تو

آلے کا مستقل س = (ع − م ع) / (م − ۱)

تجربہ (۲) مقعر آئینے کے نصف قطر انحنا کی دریافت۔

آلے کے پائدان پر آئینہ کو رکھو۔ اور کالر کی بلندی کو درست کرو تاکہ واضح ترین خیال حاصل ہو۔ اگر پیمانہ کی خواندگی ع ہو تو

نصف قطر انحنا ص = ع × س

جہاں س = آلے کا مستقل

تجربہ (۳) مائع کے انعطاف نما کی دریافت۔

مقعر آئینہ کو آلے کے پائدان پر رکھو۔ اور کالر کی بلندی کو درست کرو تاکہ صلیبی تاروں کا واضح خیال حاصل ہو جائے۔ فرض کرو کہ پیمانہ کی خواندگی ع ہے۔ اب دئیے ہوئے مائع کی تھوڑی مقدار آئینے پر ڈالو اور پھر کالر کو درست کر کے واضح خیال حاصل کرو۔ فرض کرو کہ پیمانہ کی خواندگی اب عَ ہے تو

انعطاف نما م = (ع × س) / (عَ × س)

تجربہ (۴) شفاف واسطے کی دبیز سلی کے انعطاف نما کی دریافت۔
مقعر آئینہ کو پائدان پر رکھ کر کالر کو درست کرو تاکہ شخص اور خیال منطبق ہو جائیں۔ فرض کرو کہ خواندگی ع ہے۔ اب دبازت ت کی سلی کو آئینہ اور منشور کو سنبھالنے والی افقی قرص کے درمیان داخل کر دو۔ اور دوبارہ انطباق حاصل کرو۔ کالر کو بقدر فاصلہ ت $(۱ - \frac{۱}{م})$ بڑھانا پڑے گا۔ جہاں م = سلی کے مادے کا انعطاف نما۔ فرض کرو کہ پیمانہ کی خواندگی اب عَ ہے۔

$$\text{تو} \quad عَ + س = (ع + س) + ت\left(۱ - \frac{۱}{م}\right)$$

$$\therefore \quad عَ - ع = ت\left(۱ - \frac{۱}{م}\right)$$

$$\therefore \quad ۱ - \frac{۱}{م} = \frac{عَ - ع}{ت}$$

$$\therefore \quad \frac{۱}{م} = ۱ - \frac{عَ - ع}{ت}$$

$$\therefore \quad م = \frac{ت}{ت - (عَ - ع)}$$

تجربہ (۵) امدادی مستوی آئینے سے محدب عدسہ کے طول ماسکہ کی دریافت۔
محدب عدسہ کو مستوی آئینے پر رکھو جو خود آلے کے پائدان پر رکھا ہو۔ کالر کو درست کرو تاکہ تار اور اُن کے خیال منطبق ہو جائیں۔ فرض کرو کہ خواندگی ع ہے۔ تو

$$\text{عدسہ کا طول ماسکہ} \quad م = ع + س$$

تجربہ (۶) معلوم طول ماسکہ کے امدادی محدب عدسہ سے مقعر عدسہ کے طول ماسکہ کی دریافت۔
امدادی عدسہ کی طاقت ایسی ہونی چاہیئے کہ دئے ہوئے مقعر عدسے کے ساتھ مل کر وہ ایک متدق عدسہ بنائے۔ اس کی جانچ نہایت آسانی سے کی جا سکتی ہے۔
مرکب عدسہ کو مستوی آئینہ پر رکھو اور اس کا طول ماسکہ ضابطہ

$$\frac{۱}{م_ا} = \frac{۱}{م_۱} + \frac{۱}{م_۲}$$

جہاں $م_۱$ = محدب عدسہ کا طول ماسکہ

$م_۲$ = مقعر عدسہ کا طول ماسکہ

ہر دو صورتوں میں علامت کا لحاظ ضروری ہے ۔ تو

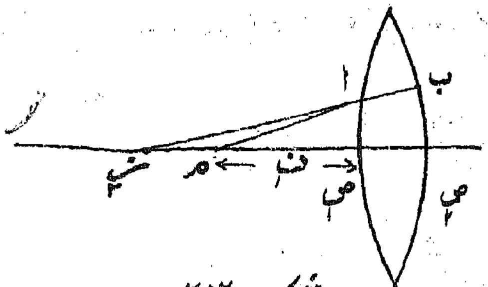
پا = ۶ + س

تجربہ (۷) عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر انحنا کی دریافت، پھر اس سے عدسہ کے مادے کے انعطاف نما کی دریافت ۔

(۱) فرض کرو کہ عدسہ محدب الطرفین ہے ۔

عدسہ کا طول ماسکہ م دریافت کر لو ۔ پھر اس کی ایک سطح کو سیاہ کر دو ۔ اور سیاہ کردہ سطح کی طرف سے عدسہ کو پائدان پر رکھو ۔ کالر کو درست کرو تاکہ صلیبی تاروں کا واضح خیال حاصل ہو ۔

فرض کرو کہ عدسہ کی منحنی سطح کا مرکز $ش_۲$ ہے اور اس کا نصف قطر انحنا $ص_۲$ ہے ۔ (واضح رہے کہ سامنے کی سطح کا نصف قطر انحنا $ص_۱$ ہے اور پچھلی (سیاہ کردہ) سطح کا $ص_۲$) شخص اور خیال کے انطباق کے لئے م ا کی سمت میں چلنے والی شعاع ا ب کی سمت میں اس طرح منعطف ہونا چاہیئے کہ $ش_۲$ ا ب ایک خط مستقیم ہو جائے ۔ (شکل ۲۰۶)



شکل ۲۰۶

تو ش = $ف_۱$ اور خ = $ص_۲$

$$\therefore \frac{1}{ص_۲} - \frac{1}{ف_۱} = -\frac{1}{م}$$

[∵ عدسہ محدب ہے]

جب $ص_۱$ نصف قطر کی سطح سیاہ کی جاتی ہے تو

$$\frac{1}{ص_۱} - \frac{1}{ف_۲} = -\frac{1}{م}$$

$ص_۱$ اور $ص_۲$ کی قیمتیں حاصل کرنے کے بعد عدسہ کے مادے کا انعطاف نما

ضابطہ $\frac{1}{م} = (مہ - 1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right)$ سے حاصل ہو سکتا ہے۔

[∵ $\frac{1}{ف_1} = \frac{1}{ص_2} + \frac{1}{م}$ اور $\frac{1}{ف_2} = \frac{1}{ص_1} + \frac{1}{م}$

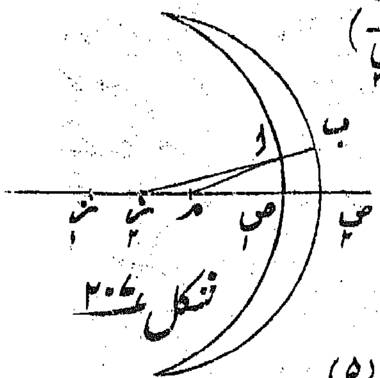
∴ $\frac{1}{ف_1} - \frac{1}{ف_2} = \frac{1}{ص_2} - \frac{1}{ص_1}$

اور $\frac{1}{ف_1} + \frac{1}{ف_2} = \left(\frac{1}{ص_1} + \frac{1}{ص_2}\right) + \frac{2}{م}$]

نوٹ:- اس آلے سے ف₁، ف₂ کی پیمائش کے لئے ضروری ہے کہ وہ کافی بڑے ہوں۔

(ii) اگر عدسہ مستدق ہلالیہ ہو اور مقعر سطح شخص کی طرف ہو، شکل ۲۰۷ تو

$\frac{1}{ص_2} - \frac{1}{ف_1} = (مہ - 1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right)$



شکل ۲۰۷

یہاں ف₁، ص₁، ص₂ سب مثبت ہیں۔

∴ $\frac{1}{ف_1} = \frac{مہ}{ص_2} - \frac{مہ - 1}{ص_1}$

∴ $ف_1 = \frac{ص_1 ص_2}{مہ\, ص_1 - (مہ - 1) ص_2}$ ......(۵)

(یہ وہی مساوات ہے جو (۲) میں ہم نے حاصل کی ہے بشرطیکہ ہم ت = ۰ مانیں)
ظاہر ہے کہ جب ص₁ اور ص₂ دونوں مثبت ہوں گے تو ف₁ مثبت اور بڑا ہو گا۔
کیونکہ مستدق ہلالیہ میں $ص_2 > ص_1$۔ متسع ہلالیہ، جس میں $ص_1 > ص_2$ (مقعر سطح شخص کی طرف) تو بھی ف مثبت ہو گا، بشرطیکہ $مہ\, ص_1 > (مہ - 1) ص_2$
جب مستدق ہلالیہ کی محدب سطح شخص کی طرف ہو تو ص₂ نصف قطر والی سطح سامنے کی سطح ہو جاتی ہے اور ص₁ والی پیچھے کی۔ (شکل ۲۰۸

$$\therefore \frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ف_2} = (مه - 1)\left(\frac{1}{ص_2} - \frac{1}{ص_1}\right)$$

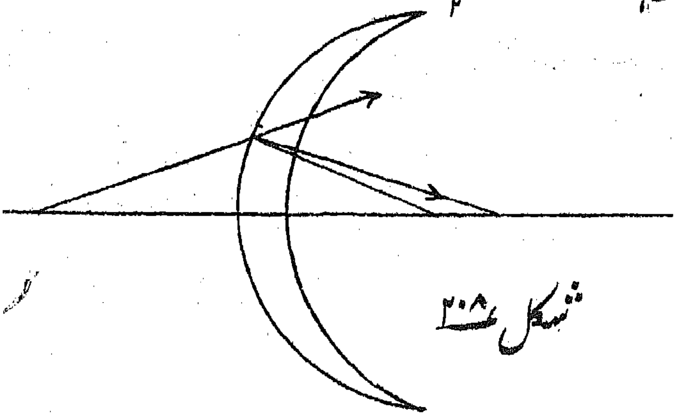
جبکہ نصف قطروں کی علامتوں کا لحاظ نہ کیا جائے۔

$$\therefore \frac{1}{ف_2} = \frac{مه}{ص_1} - \frac{مه - 1}{ص_2}$$

$$\text{اور } ف_2 = \frac{ص_1 ص_2}{مه ص_2 - (مه - 1) ص_1}$$

چونکہ ص۱ اور ص۲ دونوں منفی ہیں اس لئے ف۲ مثبت ہوگا (یعنی تجربہ کامیاب ہوگا اور ہمارا اپنے خیال سے منطبق ہوں گے) صرف اسی وقت جبکہ

$$(مه - 1) ص_1 > مه ص_2$$



شکل ۲۰۸

محدب الطرفین عدسہ ہو تو ف۱ یا ف۲ ہمیشہ مثبت ہوتا ہے۔ اگر ص۱ اور ص۲ بڑے ہوں یعنی عدسہ کا طول ماسکہ بڑا ہو تو یہ بھی بڑا ہوگا۔

تجربہ (۸) محدب عدسہ اور مستوی آئینہ استعمال کر کے مائع کے انعطاف نما کی دریافت

پہلے عدسہ کا طول ماسکہ ف۱ معلوم کر لو۔ اس کے بعد مستوی آئینہ اور عدسہ کے درمیان مائع کی تھوڑی سی مقدار داخل کرو۔ اس سے مائع کا ایک مستوی مقعر عدسہ شیشے کے محدب عدسہ کے ساتھ بن جائے گا۔

اب مرکب عدسہ کا طول ماسکہ ف۲ دریافت کرو۔ اور مائع سے عدسہ کی جو سطح متصل تھی اس کا نصف قطر ص دریافت کرو۔ مائع کے سامنے کی سطح کا نصف قطر لامتناہی بھی ہوگا۔

اگر $م_۲$ مائعی عدسہ کا طول ماسکہ ہو

تو $\frac{1}{\text{ما}} = \frac{1}{م_۱} + \frac{1}{م_۲}$ (ما اور $م_۱$ منفی ہیں اور $م_۲$ مثبت)

اور $\frac{1}{م_۲} = \frac{\text{مہ} - 1}{\text{ص}}$

$\therefore \text{مہ} = 1 + \frac{\text{ص}}{م_۲}$

جوابات

مشقی سوالات ۱ :- ص ۱۲

(۲) ۱۲۵ فٹ (۴) ۲٫۴ ۴ انچ (۵) ۴:۱ (۷) ۲ ۳/۴ انچ - ۴، ۴ انچ (۸) ۵۰ سمر - ۲۰ سمر، تقریباً۔

مشقی سوالات ۲ ص ۳۳

(۵) + ۴ ۲/۳، - ۰ ۲/۳، ۱ سے (۶) ۳:۴ (۷) ۱۴٫۲ ۲ (۸)

(۹) (۱۰) ۱٫۰۰ × 10^{14} (۱۱) ۰٫۱۷۷ (۱۲) ۳۶ (۱۳) ۲:۵

(۱۴) کل روشنی کا ۵۵٫۰۳ فیصد

مشقی سوالات ۳ ص ۶۳

(۹) ۶ میل فی گھنٹہ (۱۱) ایک میں ۱/۴، دوسرے میں ۱/۱۴ - (۱۲) ۵٫۲ ۱۲ سمر

مشقی سوالات ۴ ص ۹۴

(۸) ۱۰ سمر (۹) ۴۵ ۴/۵" (۱۰) ۲۵ ۳/۲" اور ۱۵ ۱/۲" (۱۱) دیوار سے ۶ ۲/۳، ۲ (۱۲) ۳۰ سمر
(۱۳) آئینہ کے پیچھے ۱۲ سمر پر، ۶ سمر (۱۴) (ا) ۹ سمر، ۲ مر (ب) ۱۲ سمر اور ۱۲ مر
(۱۵) - ۶ سمر، ۲ مر (۱۶) ۳۱۵۰ سمر (۱۷) ۳٫۱۳ سمر، ۵ سمر

(۱۸) ۲۰۲ ، شعلہ کے او ھر ۲ پر - (۲۰) $\frac{ن(ن+1)}{ن}$ (۲۱) $\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{2}$۱م پیچھے۔
(۲۲) مستوی آئینے سے ۲۲، ۷۳۲ پر - (۲۳) مقعر آئینے کے سامنے ۹۸، ۸ سمر پر۔
(۲۴) (۲۵) $\frac{3}{4}$ ۳ پیچھے، روپیہ کے قطر کا $\frac{3}{4}$

مشقی سوالات ۵ | ص ۱۴۲

(۵) ۲۵، ۳۵ (۶) ۶۶، ۱۰ فٹ (۷) ۴ میٹر (۸) $\frac{5}{4}$، $\frac{3}{5}$ (۹) ۶۶° ۴۴
(۱۰) ۱۰ (۱۱) ۸۳۸، ۰ (۱۲) ۷۴، ۲ سمر کاغذ سے اوپر

مشقی سوالات ۶ | ص ۱۸۰

(۶) ۲ (۷) ۵، ۲ سمر (۸) ۶۰ سمر، مقعر (۹) ۱۲ سمر عدسے کے پیچھے، ۶ سمر
(۱۰) ۱۰ سمر (۱۱) (ا) ۶۰ سمر حقیقی معکوس، $\frac{2}{3}$ سمر (ب) ۲۴ سمر، مجازی سیدھا، ۲ سمر
(۱۲) ۱، ۷ اسمر، $\frac{3}{4}$ سمر، مجازی سیدھا (۱۳) ۳، ۱۳ اسمر، ۴۰ سمر (۱۴) ۲، ۲
(۱۵) سامنے سے دبازت = $\frac{3}{4}$ ۳ سمر، بازو سے ۳ سمر (۱۷) - ۱۲ سمر (۱۸) ۲۴ سمر
(۱۹) ۵۰ سمر، مقعر عدسہ (۲۰) + ۴ ، ۲۵ (۲۱) ۶۵، ۵ سمر (۲۲) ۸، ۰۸
(۲۴) ۱، ۱۴ اسمر (۲۵) مقعر عدسے سے ۳۰ سمر پیچھے (۲۶) ۲۷۔

مشقی سوالات ۷ | ص ۲۱۲

(۱) $\frac{1}{8}$ ۴ (۲) - ۰۲، ۱۰ اسمر (۳) ۸۴، ۲۰ سمر (۴) ۱، ۹۹ سمر (۵) - ۶۹، ۲۴ سمر
(۷) ۱۰۰ اسمر (۸) ہر عدسے سے بجائے خود معکوس اور مکبر خیال حاصل ہوسکتا ہے، بشرطیکہ بُعد < ۴م لیکن سیدھا اور مکبر خیال حاصل کرنے کے لئے دونوں عدسے استعمال کرنے چاہئیں۔ (۱۰) ۱۶ ، اور ۴۸ سمر۔

مشقی سوالات ۸ | ص ۲۳۹

(۶) ۶ (۷) ۲، ۲۲ سمر (۸) ۶، ۱۱ (۱۰) ۶، ۲۰ میٹر (۱۱) دہانہ سے ۱۰، ۱۰
(۱۲) تقریباً ۱ فٹ بتی - (۱۳) محدب، $\frac{2}{13}$ ، $\frac{3}{4}$ ۲۶ مربع (۱۴) - $\frac{20}{29}$ ۸، ۶
(۱۵) ۱۳۸ (۱۶) $\frac{12}{25}$

مشقی سوالات ۹ | ص ۲۷۱

(۲) ۴۳° ۱۱ (۳) ۵۸۶، ۱ (۴) ۱۶° ۴۰ (۵) ۶۲° ۲۱

مشقی سوالات ۱۰ | صفحہ ۲۸۴

(۵) - ۳۳٫۳ بصریہ (۶) - ۵ بصریہ (۷) - ۳۳٫۷ بصریہ (۸) + ۲ بصریہ

(۹) محدب، ۲۰″ طول ماسکہ - (۱۱) ۴ (۱۲) مقعر، ۵ $\frac{۱}{۷}$″ طول ماسکہ

(۱۳) عدسے کے سامنے $\frac{۳}{۵}$″ پر (۱۴) مقعر، ۲ طول ماسکہ

مشقی سوالات ۱۱ | صفحہ ۳۱۲

(۱) ۱۴۹۴ × ۱۰^۸ میٹر (۲) ۳۳۳٫۳۳۳۸ میٹر (۳) $\frac{۰٫۲۴۳}{۴۰٫۷۳۳}$

(۴) مدت (ا) گھٹ جاتی ہے (آ) بڑھ جاتی ہے، بقدر ۰٫۱۵ ثانیہ -

(۵) ۳۲۷، ۴۵۸ (۶) ۱۴۴ -

فرہنگ اصطلاحات

الف

ابعاد	Dimensions
ابہامی - (شعاعیں)	Astigmatic
ابہامیت	Astigmatism
آپرا یا میدانی دوربین	Opera or Field glass
اتساع	Divergence
اتساعی	Divergent, Diverging
آتشی سطح	Caustic Surface
,, منحنی	,, curve
اثیر	Aether
احتراق	Combustion
احساس	Sensation
اختلاف منظر	Parallax
ادراک	Perception
ارتسام	Impression
ارتعاش	Vibration
ارضی	Terrestrial
استدقاق	Convergence
استدقاقی	Convergent, converging
استقبال	Opposition
استمرار (رویت)	Persistence of vision
استوار	Rigid
اسٹانھوپی عدسہ	Stanhope lens
اسطوانہ	Cylinder
اسطوانی (عدسے)	Cylinderical (lenses)
اسطوانی کروی (عدسے)	Cylindro-spherical (lenses)
اشاعت	Propagation
اشراقیت	Irradiation
اشعاع	Radiation
,, انگیز	Radiating
آشکارا کرنا (تصویر کا)	Develop
اصلی	Primary
اضافی	Relative
اطراف بین	Periscope
اطلاق - (اطلاقات)	Application (-s)
افق	Horizon
اقتران	Conjunction
آلہ	Instrument
آلہ سدس	Sextant
امالی لچھا	Induction Coil
آمیزہ	Mixture
انبار	Pile
انتشار	Diffusion
انتخابی انعکاس	Selective (Reflection)
انتشار	Dispersion
انتشاری طاقت	Dispersive Power
انتصابی	Vertical
انجذاب	Absorption
انحناء	Curvature
,, کا نصف قطر	,, Raduis of,
انحراف	Deviation
,, اقل	,, minimum
انعطاف	Refraction
,, انگیز	Refracting
,, نما	Refractive Index

Atmospheric Refraction — انعطاف ہوائی
Reflection — انعکاس
Reflecting — ,, انگیز
,, diffuse or irregular — ,, بے قاعدہ
,, Total — ,, کلی
Inversion (lateral) — انقلاب (پہلوی)
Reversibility — ,, پذیری
Stand — ایستادہ

ب

Recomposition — بازترکیب
Ultra Violet — بالابنفشئی
Balmains Luminous Paint — بالمین کا منور مسالہ
Candle — بتی
,, power — ,, طاقت
,, International — ,, بین قومی
,, power, Mean Horizantal — ,, طاقت اوسط افقی
,, Foot or foot Candle — ,, فٹ یا فٹ بتی
,, Metre or Metre Candle — ,, میٹر یا میٹر بتی
Vapour — بخار
Alternative — بدل
Electrode — برقیرہ
Electric Arc — برقی قوس
Vision — بصارت
Dioptre — بصریہ
Dimension — بعد
Benzol — بنزول
Violet — بنفشئی
Lever — بیرم

Achromatic — بے رنگ

پ

Paragraph — پارہ
Pencil — پنسل
Measure, Scale — پیمانہ
,, circular — ,, قوسی
Pentane Lamp (Harcourt's) — پینٹین لمپ (ہارکورٹ کا)

ت

Incandescent — تابان، تابناک
Flourescence — تابندگی یا عارضی تزہر
Temperature — تپش
Analysis — تجزیہ
Resolving Power — تحلیلی طاقت
Plate — تختی
Optical Bench, Horizantal, — تخت مناظر افقی
,, ,, Vertical — ,, ,, انتصابی
Interference — تداخل
Section — تراش
,, principal — ,, صدر
,, cross — ,, عمودی
Graph — ترسیم
Combination (of lenses) — ترکیب (عدسوں کی)
Ripple — ترنگ
Phosphorescence — تزہر
Flourescence — ,, عارضی
Symmetry — تشاکل
Projection — تظلیل
,, lantern — تظلیلی قندیل
Definition — تعریف
Exposure — تعریض

چ

Protractor	چاندہ
Twinking or scintillation	چشمک زنی یا ٹمٹمانا
Eyepiece	چشمہ

ح

Toric	حدبی
Intensity	حدت
,, of light	,, نور
,, ,, Illumination	,, تنویر
Thermopile	حرانبار
Thermodymamic	حرحرکی
Sensitive	حساس
Real	حقیقی

خ

Emission Spectra	خروجی طیف
Eclipse (Lunar)	خسوف (قمر)
Ray (of light)	خط (نور)
Error	خطا
Yellow spot	خطئہ اصفر
Blind spot	خطئہ اعمی
Vacuum Tubes	خلائی نلیاں
Cell	خلیہ
Reading	خواندگی
Microscope	خورد بین
Image	خیال
,, Real	,, حقیقی
,, Virtual	,, مجازی
,, Perverted	,, مبدل

د

Pervading	دائر و سائر
Thickness	دبازت
Searchlight	تفتیشی روشنی
Polarization	تقطیب
Approximate	تقریبی
Fatigue	تکان
Magnification	تکبیر
Magnifying Power	تکبیری طاقت
Formation	تکوین
Focussing	تمسیک
Illumination	تنویر
Illuminating Power	تنویری طاقت
Intensity of Illumination	تنویری حدت
Energy	توانائی
Explanation	توجیہ
Accomodation	توفیق
Power of ,,	توفیقی طاقت
Collimator	توازی گر

ٹ

Soldering	ٹانکا لگانا

ث

Secondary	ثانوی
Pinhole Camera	ثقبالہ
Aperture, Pinhole	ثقبہ

ج

Table	جدول
Germicide	جراثیم کش
Solidity	جسمیت
Corpuscle	جسیمہ
Corpuscular	جسیمی
Cinematograph	جنبش نگار
Fovea centralis	جوف مرکزی
Sine (sin)	جیب (جب)
Cosine (cos)	جیب التمام (جتم)

Goniometer زاویہ پیما
Conjugate (focii) زوجی (ماسکے)

س

Shadow سایہ
Mirage سراب
Displacement سرک
Surface سطح
,, plane ,, مستوی
,, spherical ,, کروی
,, Parabolical ,, مکافی
,, Cylindrical ,, اسطوانہ نما
,, reflecting ,, عاکس
,, refracting ,, عاطف
White hot سفید گرم
Progression, Series سلسلہ
,, Arithmetic ,, حسابی
Slab سلی
Ground (glass) سن (شیشہ)
Aperture سہوہ
Stereoscope سیر بین
Cinema سینیما

ش

Retina شبکیہ
Coefficient شرح
Beam, Ray (of light) شعاع (نور)
Dark, Heat Rays شعاعیں حرارتی تاریک
Actinic ,, ,, کیمیاوی
Ultra violet ,, ,, بالا نبفشئی
Infrared ,, ,, زیر سرخ
Transparent شفاف
Transparency شفافیت
Twilight شفق

Long sighted دراز نظر
Long sightedness دراز نظری
Telescope دوربین
Binocular Vision دوچشمی نظر
Telephoto (lens) دورعکاسی (عدسہ)
Objective دہانہ
Sunshine Reocrder دھوپ ناپ

ر

Direct Vision spectroscope راست رویت کا منشور
Aqueous Humour رطوبت مائیہ
Vitreous ,, ,, زجاجیہ
Velocity رفتار
Ophthalmascope رمد نما
Colour رنگ
,, shade ,, فرعی
,, surface ,, سطحی
,, primary ,, اصلی
,, complimentary ,, اتمامی
,, paint ,, روغنی
,, blind ,, کور
,, blindness ,, کوری
Vision رویت
,, distinct ,, واضح
Least distance of distinct Vision ,, واضح کا اقل فاصلہ
Visibility ,, پذیری

ز

Angle زاویہ
,, of incidence, ,, وقوع
,, ,, reflection ,, انعکاس
,, ,, refraction ,, انعطاف
,, critical ,, فاصل
Process, ciliary زائدہ خملدار

Spectrometer	طیف پیما
Spectroscope	,, نما
Spectroscopy	,, نمائی
Spectrum, pure	,, خالص
,, Emission	,, خروجی
,, Absorption	,, انجذابی
,, Continous	,, مسلسل
,, Band	,, بند دار
,, Line	,, خط دار
,, Solar	,, شمسی
,, Prismatic	,, منشوری
,, Analysis	طیفی تشریح

ظ

Shadow	ظل یا سایہ
Umbrr	,, تام یا محض
Penumbra	,, جزئی یا مشوب
Shadow cone	ظلی مخروط

ع

Reflector	عاکس
Lens	عدسہ
Transverse	عرضی
Tenth metre	عشر میٹر
Optice nerve	عصبہ بصری
Muscle	عضلہ
,, ciliary	,, خملدار
Muscular Diaphragm	عضلاتی حجاب
Photography	عکاسی
Camera (photographic)	عکسالہ
.. Lucida	,, منورہ
,, obscura	,, مظلمہ
Sign	علامت
Atright angles	علی القوائم
Normal	عماد

Clamp	شکنجہ
Heliograph	شمس نگار
Solar Time	شمسی وقت

ص

Principal Axis	صدر (محور)
,, focus	,, ماسکہ
Cross wires	صلیبی تار

ض

Formula	ضابطہ
Aberration	ضلالت
,, spherical	,, کروی
,, chromatic	,, لونی
Photoelectric	ضیا برقی
Photometer	ضیا پیما
,, shadow (Rumford's)	,, سایہ دار (رمفرڈ کا)
,, Grease spot, (Bunsen's)	,, چکنائی دار (بنسن کا)
,, Perforated screen (Trotter's)	,, مشبک پردی والا (ٹراٹر کا)
Phtotometry	ضیا پیمائی

ط

Power	طاقت
Normal Adjustment	طبعی ترتیب
Method, objective	طریقہ خارجی
,, subjective (Poggendoff's)	,, داخلی (پاگنڈارف کا)
Magic dagger	طلسمی خنجر
.. Boquet	,, گلدستہ
fata morgana	,, شہر
Wave length	طول موج
Volatile	طیران پذیر
Spectrum	طیف

ک

Carcel lamp	کارسلی لمپ
Coddington lens	کاڈنگٹنی عدسہ
Blue	کیبودي
,, Peacock	,, طاوسی
Density	کثافت
,, Optical	,, مناظري
Spherometor	کرویت پیما
Vernier	کسر پیما
Eclipse (solar)	کسوف - (شمس)
,, Total	,, کامل
,, Partial	,, ناقص
Total reflecting (prism)	کلی عاکس - (منشور)
Law	کلیہ
,, Inverse square	,, مربع معکوس
Shortsighted	کوتا لا نظر
Shortsightedness	,, نظری
Cessegrain Reflector	کیسیگرینی عاکس
Cambridge Blue	کیمبرجی نیلا

گ

Quartf	گار
Rotation	گردش
Axis of rolation	گردشی محور
Method of turn Table	,, ,, کا طریقہ
Snuffing	گل گیري
Eclipse	گہن
,, solar	,, سورج
,, Lunar	,, چاند
Gregonian Reflector	گریگوروی عاکس
Galilean Telescope	گیلیلیوی دوربین

Perpendicular	عمود
Background	عقبی زمین
Iris	عنبیہ
Element	عنصر
Eyering	عینی حلقہ

غ

Pepper's ghost	غول پیپر
Stigmatic	غیر ابہامی
Opaque	غیر شفاف
Contionous	غیر قار
Indivisible	غیر قسمت پذیر
Hetrogenous	غیر متجانس
Invisible	غیر مرئی

ف

Agent	فاعل
Fraunhofer's lines	فران ہوفری خطوط
Physiolgical	فعلیاتی
Astronomical	فلکی - (دوربین)
Astronomer	فلکی
Astronomy	فلکیات
Film	فلم

ق

Discontinous	قار
Size	قامت
Rightangled	قائم الزاویہ
Quantum	قدریہ
Convention	قرارداد
Magenta	قرمزی - (مجیٹھہ)
Cornea	قرنیہ
Pole	قطب - (یا مرکز)
Crystal	قلم
Crystal lens	قلمی عدسہ
Rainbow	قوس قزح

Position	محل
Solution	محلول
Axis	محور
,, principal	,, صدر
,, Secondary	,, ثانوی
Cone	مخروط
Pyramid	,, مضلع
Pupil (of the eye)	مردم چشم
Compound (Microscope)	مرکب - (خورد بین)
Centre optical	مرکز مناظری
Visibie	مرئی
Equation	مساوات
Convergent	مستدق
Rectangle	مستطیل
Erect, direct	مستقیم
Plane	مستوی
,, of incidence	,, وقوعی
,, ,, reflection	,, انعکاسی
,, ,, refraction	,, انعطافی
Jupiter	مشتری
Phenomenon	مظہر
Equivalent	معادل
,, lens	,, عدسہ
,, focal length	,, ماسکي طول
Inverted	معکوس
Standard	معیار
,, candle	معیاری بتی
Hypothesis	مفروضہ
Concave	مقعر
,, double	,, الطرفین
,, plano-	,, مستوی
,, convexo-	,, محدب
Heliostat	مقوم شمس
Cardboard	مقوی
Parabolic	مکافی ' شلجمی

ل

Infinity	لاتناهی
Xrays	لاشعاعیں
Infinite	لامتناهی
Elasticity	لچک
Elastic	لچک دار
Viscous	لزج
Ruby	لعل
Plate	لوح
,, Photographic	,, عکاسی
Colour sphere	لونی کرہ
,, triangle	لونی مثلث
,, dise	,, قرص
Wave	لہر

م

Focus	ماسکہ
,, principal	,, صدر
Focii (conjugate)	ماسکے (زوجی)
Focal length	ماسکی طول
,, power	,, طاقت
Inclined	مائل
Source	مبدء
Homogenous	متجانس
Symmetrical	متشاکل
Crossed	متقاطع
Corresponding	متناظر
Divergent	متسع
Receiprocal	متکافی
Parallel	متوازی
Successive	متواتر
Positive	مثبت
Virtual	مجازی
Magenta	مجیٹھہ - (قرمزی)
Convex	محدب
,, double	,, الطرفین
,, plano-	,, مستوی
,, concavo-	,, مقعر

Theory	نظریہ
,, wave	,, موجی
,, quantum	,, قدریہ
Psychology	نفسیات
Defect	نقص
Loss of Power of	
Accomodation	نقصان توفیق
Far Point	نقطہ بعید
Near ,,	,, قریب
Pointer	نمائندہ
Light	نور
Luminous jet	نورانی دھار
Luminiscence	نورانیت
,, photo	,, ضیائی
,, tribo	,, فرکی
,, electro	,, برقی
,, chemi	,, کیمیائی
,, thermo	,, حرارتی
,, Anima	,, حیوانی
,, crystalline	,, قلمی

و

Light Quantum	نوری قدریہ
Medium	واسطہ
Incident	واقع
Diagonal	وتر
Designer	وضع کار
Kaleidoscope	وضع نما
True Time	وقت صحیح

ہ

Pyramid	ہرم
Herschel Reflector	ہرشلی عاکس
Octagonal	ہشت پہل
Heffner Lamp	ہفنری لمپ
Meniscus	ہلالیہ
Isotropic	ہم اطراف

ی

Monochromatic	یک لونی

Magnified	مکبر
Magnifying glass	مکبر- (عدسہ)
Reduced	مکسر
Diminishing (lens)	مکسر (عدسہ)
Amalgam	ملغم
Smooth	ملیس
Tangent	مماس
Direct Common	
Tangents	,, مشترک راست
Transverse ,, ,,	,, ,, عرضی ,,
Optics	مناظر
,, Geometrical	,, ہندسی
,, physical	,, طبیعی
Optical lantern	مناظری قندیل
Indistinct	مندرس
Prism	منشور
Prismatie	
Binoculars	منشوری دوھری دوربین
,, windows	,, کھڑکیاں
Single	منفرد
Negative	منفی
Minus Red	,, سرخ
,, Green	,, سبز
,, Blue	,, کبودی
Self Luminous	منور بالذات
Non ,,	,, بالغیر
Wave (waves)	موج - (امواج)
,, Theory	موجی نظریہ
,, Mechanies	,, میکانیات

ن

Wave front	ناصیہ موج
Elliptical	ناقصی ' بیضوی
Aelotropic	ناھم اطراف
Tissue Paper	نسیجی کاغذ
System	نظام

۷۸۶

کتبخانہ تجارتی

جس میں ہمہ اقسام کے کتب ہر دفتر کے فارم مطبوعہ موجود ہیں - اور اضلاع پر روانہ کئے جاتے ہیں

آپ کی

ہر ضرورت کی چیز ذریعہ وی - پی روانہ کرینگے جو ضرورت ہو طلب کر لیجئے

مطبع برقی

مطبع ہذا میں ہر قسم کے طبع کا کام اچھی نرخ پر عمدگی سے کیا جاتا ہے اور وقت پر دیا جاتا ہے دور و دراز والے حضرات ذریعہ خط و کتابت طبع کا کام مطبع ہذا میں کرا سکتے ہیں -

المشتہر

غلام دستگیر تاجر کتب مالک مطبع برقی چار کمان شاخ واقع عابد روڈ حیدرآباد دکن

DATE	NO.	DATE	NO.
-11-62	889		
12-62	889		